

Arqueologia, museus i ordinadors.

Aproximació semiòtica a l'ús de la Realitat Virtual per la difusió de l'Arqueologia als museus.

Laia Pujol Tost

Tesi Doctoral dirigida per la Dra. Paloma González Marcén



Volum I

Departament de Prehistòria
Facultat de Lletres
Universitat Autònoma de Barcelona

Juliol de 2006

Als meus pares, a qui dec tot el que sóc.

Al Marc, que amb la seva companyia m'ha ajudat a millorar-ho.

ÍNDIX GENERAL DE CONTINGUTS

Agraïments.....	9
Llista de taules.....	13
Llista de figures.....	15

VOLUM I: PRESENTACIÓ I CONCEPCIONS BÀSIQUES DEL PROJECTE DE RECERCA

<u>I.1. Presentació del projecte de recerca.....</u>	25
I.1.1. Introducció general.....	25
I.1.2. Problemàtica inicial.....	25
I.1.3. Objectius i continguts de la tesi doctoral.....	27
I.1.4. Metodologia de recerca.....	31
I.1.5. Context d'investigació internacional en relació amb la RV.....	34
I.1.5.1. Darreres tendències de l'ús de la RV en Arqueologia.....	35
I.1.5.2. Desenvolupament recent de l'ús de la RV a l'exposició.....	39
I.1.5.3. Estudis avaluatius sobre la RV.....	42
I.1.6. Contribució a l'estat de la qüestió.....	45
I.1.7. Perspectives futures.....	46
<u>I.2. Epistemologia i funció de l'Arqueologia.....</u>	47
I.2.1. Introducció.....	47
I.2.2. Situació epistemològica de l'Arqueologia.....	49
I.2.2.1. El debat Ciències / Lletres.....	49
I.2.2.2. La relació amb les disciplines properes: Sociologia, Humanitats i Història.....	68
I.2.2.3. Què són les Ciències Històriques?.....	71
I.2.2.4. Funcionament epistemològic de l'Arqueologia.....	77
I.2.2.5. L'aportació dels mètodes quantitius.....	101
I.2.2.6. Conclusions.....	107
I.2.3. Funció social de l'Arqueologia.....	109
I.2.3.1. Introducció.....	109
I.2.3.2. Vessant polític.....	112
I.2.3.3. Vessant econòmic.....	119
I.2.3.4. Vessant divulgatiu.....	125
I.2.3.5. Conclusions.....	132
<u>I.3. Els museus, punt de contacte entre la societat i l'Arqueologia.....</u>	133
I.3.1. Introducció.....	133
I.3.2. La base: el paper dels objectes.....	139

I.3.3. Funció social del museu.....	146
I.3.4. Funció comunicativa de l'exposició.....	150
I.3.5. Funció educativa de l'exposició.....	167
I.3.6. Primeres paraules sobre el paper de les TIC al museu.....	176
<u>I.4. Definició del concepte de Realitat Virtual.....</u>	184
I.4.1. Introducció.....	184
I.4.2. Filosofia de la virtualitat.....	185
I.4.2.1. Introducció.....	185
I.4.2.2. Què li passa al nostre món?.....	186
I.4.2.3. Metafísica.....	188
I.4.3. Representació pictòrica de la realitat.....	200
I.4.4. La creació d'altres móns.....	205
I.4.5. La cerca de coneixement.....	210
I.4.5.1. Introducció.....	210
I.4.5.2. Computadores: origen matemàtic i concepcions subjacents.....	210
I.4.5.3. Visualització científica.....	221
I.4.6. La RV dins les TIC.....	227
I.4.6.1. Introducció.....	227
I.4.6.2. Un període de transformacions.....	228
I.4.6.3. Els protagonistes dels canvis: multimèdia, Internet, I. A. i Ciberespai.....	233
I.4.7. La RV com a mitjà de comunicació.....	256
I.4.7.1. Introducció.....	256
I.4.7.2. Tecnologia: tipologia, revisió històrica i crítica a la definició tecnològica de la RV.....	257
I.4.7.3. Comunicació: definicions i desenvolupament del procés.....	281
I.4.8. Conclusions.....	295
<u>I.5. Bibliografia.....</u>	296

VOLUM II: FONAMENTS TEÒRICS DE L'ÚS DE LA RV EN EL PROCÉS DE RECERCA ARQUEOLÒGICA. SEMIÒTICA DE LA RV.

<u>II.1. Introducció.....</u>	323
<u>II.2. Justificació del marc teòric.....</u>	324
II.2.1. Introducció.....	324
II.2.2. Context general on es situa la tesi.....	325
II.2.3. La RV com a virtualització.....	326
II.2.4. La RV com a ordinador.....	327
II.2.5. La RV com a imatge.....	329
II.2.6. L'aplicació de perspectives diverses: debat sobre l'ajustament del marc teòric.....	332

<u>II.3. Percepció</u>	339
II.3.1. Introducció	339
II.3.2. Revisió històrica de les teories generals sobre la percepció visual	341
II.3.2.1. Introducció.....	341
II.3.2.2. Els antecedents.....	342
II.3.2.3. La “teoria clàssica”.....	343
II.3.2.4. La revisió de la teoria clàssica.....	344
II.3.2.5. Les teories modernes.....	353
II.3.3. Aspectes bàsics de la percepció visual	356
II.3.3.1. Introducció.....	356
II.3.3.2. La llum.....	357
II.3.3.3. Anatomia i fisiologia de l’ull humà.....	362
II.3.3.4. Després de la retina I: Neurofisiologia general.....	369
II.3.3.5. Després de la retina II: evidències psicofísiques.....	378
II.3.4. Realitat Virtual i percepció visual	401
II.3.4.1. Introducció.....	401
II.3.4.2. Una perspectiva ecològica.....	401
II.3.4.3. Píxels i mapes retinotòpics.....	403
II.3.4.4. Llum i color.....	404
II.3.4.5. Claus pictòriques de la profunditat.....	408
II.3.4.6. Reconeixement dels objectes.....	411
II.3.4.7. Claus no pictòriques de la profunditat.....	412
II.3.4.8. Moviment.....	415
II.3.4.9. Temps i causalitat.....	417
II.3.4.10. Conclusions: realisme i Realitat Virtual.....	418
II.3.5. La RV i els altres sentits	430
II.3.5.1. Introducció.....	430
II.3.5.2. El so.....	430
II.3.5.3. El tacte.....	431
II.3.5.4. L’olfacte i el gust.....	432
II.3.5.5. Conclusions: què simula la Realitat Virtual?.....	432
II.3.6. Aspectes cognitius de la percepció visual	435
II.3.6.1. Relació entre cognició i percepció.....	435
II.3.6.2. Les representacions mentals.....	441
II.3.6.3. Mapes cognitius i orientació espacial.....	470
II.3.7. Realitat Virtual i cognició	476
II.3.7.1. Introducció.....	476
II.3.7.2. Representacions mentals i raonament.....	476
II.3.7.3. Imatges mentals i analogia.....	478
II.3.7.4. Mapes cognitius i espacialitat.....	480
<u>II.4. Semiòtica de les imatges</u>	484
II.4.1. Introducció	484
II.4.2. Què és una imatge?	484
II.4.3. Sintaxi de les imatges	488
II.4.3.1. Introducció.....	488
II.4.3.2. Elements morfològics de la imatge.....	489
II.4.3.3. Elements dinàmics de la imatge.....	491

II.4.3.4. Elements escalars de la imatge.....	493
II.4.3.5. Articulació dels components icònics bàsics.....	494
II.4.4. Semàntica de les imatges.....	496
II.4.4.1. Introducció.....	496
II.4.4.2. Lectura de la imatge.....	497
II.4.4.3. Relació entre objecte i representació.....	499
II.4.5. Pragmàtica de les imatges.....	508
<u>II.5. Semiòtica de la RV.....</u>	511
II.5.1. Sintaxi de la RV.....	511
II.5.2. Semàntica de la RV.....	515
II.5.3. Pragmàtica de la RV.....	522
II.5.3.1. Introducció.....	522
II.5.3.2. La recerca arqueològica.....	523
II.5.3.2.1. <i>Introducció.....</i>	<i>523</i>
II.5.3.2.2. <i>Reflexions des de l'Arqueologia propera al materialisme cultural.....</i>	<i>526</i>
II.5.3.2.3. <i>Reflexions des de l'Arqueologia propera al processualisme.....</i>	<i>532</i>
II.5.3.2.4. <i>Reflexions des d'algunes Arqueologies postmodernes.....</i>	<i>556</i>
II.5.3.2.5. <i>Conclusions.....</i>	<i>562</i>
II.5.3.3. La presentació de l'Arqueologia al Museu.....	571
II.5.3.3.1. <i>Introducció.....</i>	<i>571</i>
II.5.3.3.2. <i>Marc general.....</i>	<i>576</i>
II.5.3.3.3. <i>El vessant museològic.....</i>	<i>584</i>
II.5.3.3.4. <i>El vessant museogràfic.....</i>	<i>587</i>
II.5.3.3.5. <i>Aprenentatge.....</i>	<i>613</i>
II.5.3.3.6. <i>Avaluacions in situ i estudis experimentals sobre les TIC... </i>	<i>736</i>
II.5.3.3.7. <i>Conclusions: les TIC transformen els museus.....</i>	<i>834</i>
<u>II.6. Bibliografia.....</u>	865

VOLUM III: ESTABLINT LES BASES I OBRINT NOUS CAMINS PER L'ÚS/ANÀLISI DE LA RV EN ARQUEOLOGIA

<u>III.1. Introducció.</u>	901
<u>III.2. Estructura i continguts del treball.</u>	901
III.2.1. Problemàtica i objectius.	901
III.2.2. Concepcions bàsiques.	903
III.2.2.1. Epistemologia i funció de l'Arqueologia.....	903
III.2.2.2. Els museus, punts de contacte entre la societat i l'Arqueologia.....	926
III.2.2.3. Definició del concepte de realitat virtual.....	936
III.2.3. Justificació del marc teòric general.....	941
III.2.4. Semiòtica de la RV.....	944

III.2.4.1. Percepció i cognició.....	944
III.2.4.2. Sintaxi de la RV.....	951
III.2.4.3. Semàntica de la RV.....	953
III.2.4.4. Pragmàtica de la RV I: teoria arqueològica.....	956
III.2.4.5. Pragmàtica de la RV II: la difusió als museus.....	961
<u>III.3. Fonaments teòrics de l'ús de la RV en el procés de recerca arqueològica.....</u>	989
III.3.1. Fonaments teòrics per a la recerca.....	989
III.3.2. Fonaments teòrics per a l'ús de la RV als museus d'Arqueologia.....	993
<u>III.4. Perspectives de futur.....</u>	996
<u>III.5. Bibliografia.....</u>	1001
BIBLIOGRAFIA GENERAL.....	1025
ANNEXOS.....	1079

AGRAÏMENTS

La realització d'un projecte de recerca doctoral es considera, des del punt de vista social i acadèmic, una tasca individual, però la realitat és que el seu acompliment no seria possible sense la col·laboració, l'ajut o, en alguns casos, simplement la presència de diverses persones més o menys properes a l'entorn del doctorand o la doctoranda durant la seva feina. Essent molt conscient de la contribució d'aquestes persones i del fet que no sempre queda prou reflectit en uns continguts dedicats principalment a desenvolupar qüestions científiques, voldria fer-ho constar explícitament abans d'endinsar-nos en la matèria.

Per començar, vull agrair a la Dra. Paloma González Marcén haver acceptat guiar-me en el meu procés de formació com a investigadora. Durant tots aquests anys m'ha deixat prou llibertat perquè desenvolupés jo mateixa el meu camí però alhora estimulant-me i aconsellant-me quan em perdia. També vull agrair-li el fet que hagi recolzat totes aquelles iniciatives o activitats paral·leles que podien contribuir a millorar la meua instrucció. Per això, tot i que potser no ho he sabut entendre o expressar prou, el seu paper ha anat molt més enllà que la simple direcció d'un treball de recerca, ha contribuït a la meua evolució com a professional i com a persona i espero que aquest text faci honor –ja que no pot reflectir completament– a la confiança que sempre ha dipositat en mi, fins i tot més que jo mateixa.

Així mateix, també vull esmentar el reconeixement envers l'equip del Centre d'Estudis del Patrimoni Arqueològic de la Prehistòria; molt especialment al seu director, el Dr. Rafael Mora Torcal, pel suport que sempre m'ha ofert, i a la Cristina Masvidal, que a través de la feina diària s'ha acabat convertint en una amiga.

Una part molt important d'aquest projecte de recerca s'ha pogut dur a terme gràcies a investigadors i investigadores tant de la UAB com d'altres universitats, espanyoles i estrangeres, als quals vaig acudir perquè eren especialistes en algun dels àmbits tractats i que van tenir l'amabilitat d'atendre'm i aconsellar-me.

En l'esfera internacional, a les Dres. Evangelia Kavakli i Maria Economou, del Departament de Tecnologia Cultural i Comunicació, dirigit per Sofia Dascalopoulou, de la Universitat de l'Egeu, que van acceptar la meua candidatura a una beca del projecte europeu CHIRON (*Marie Curie Early Stage Research Training Fellowship of the European Community's Sixth Framework Programme under contract number MEST-CT-2004-51439*).

La Dra. Kavakli va ajudar-me a instal·lar-me a Mytilini, tant des del punt de vista personal com professional, i això va ser un gran recolzament tenint en compte que anava a viure en un país diferent, amb una llengua que m'era totalment desconeguda.

A la Dra. Maria Economou li he de donar les gràcies per diferents motius, però sobretot per la seva dedicació a l'hora de resoldre les qüestions administratives, la seva paciència amb la revisió dels meus escrits i per haver-me brindat la possibilitat de col·laborar amb ella i aprendre de la seva experiència i de les oportunitats de formació ofertes pel projecte CHIRON. Si la Dra. González va ser fonamental durant el meu

procés d'educació acadèmica, la Dra. Economou haurà estat essencial per als meus primers passos en el món professional.

Al Dr. Maurizio Forte i equip de l'*Istituto per le Technologie Applicate ai Beni Culturali* (CNR, Roma), que no només va discutir amb mi sobre què és la RV i em va recomanar bibliografia sobre el tema, sinó que em va acollir al seu laboratori, primer amb una borsa de viatge del DURSI (FI, III^{er} Pla de Recerca 2001/2004) i després ja com a investigadora col·laboradora, a través de la beca *Marie Curie*. Aquestes dues estades van ser molt valuoses perquè, deixant de banda la feina realitzada, vaig poder viure de primera mà com és una part del món de la recerca professional.

A la Dra. Maria Roussou, a qui vaig conèixer durant la visita al *CAVE* de l'Hellenic Cosmos, pertanyent a la Fundació del Món Hel·lènic a Atenes. No només vam tenir una guia excepcional, sinó que la seva experiència i els seus interessos de recerca, paral·lels als meus però orientats des de la perspectiva de les Ciències computacionals, van ser fonamentals durant la segona part del projecte, és a dir, en relació amb l'avaluació experimental de la RV. Un cop passat el primer ensurt, va ser un gran estímul saber que hi ha altra gent que es dedica exactament al mateix que jo però té una formació diferent, ja que això deixa oberta la possibilitat de futures col·laboracions entre especialistes diversos, que és, precisament, el que necessita en aquest moment l'àmbit de les aplicacions tecnològiques al Patrimoni.

Al Dr. Franco Niccolucci, sempre tan enfeinat, per haver atès les meves preguntes sobre la RV i haver anat seguint la meva evolució a través dels Congressos internacionals.

Al Dr. Daniël Pletinckx, que em va proporcionar la possibilitat d'una estada de recerca a Ename (Oudenaarde, Bèlgica), durant la qual vaig col·laborar amb un equip de treball –el personal del Museu d'Ename– fantàstic i vaig tenir l'oportunitat de veure a la realitat com es produeix el contacte entre el públic i el Patrimoni i com hi poden contribuir les TIC.

I, evidentment, no podria deixar d'esmentar la primera fornada de becaris i becàries del projecte *CHIRON* i al Dr. Sorin Hermon, coordinador del projecte. La nostra trobada a Prato va ser molt més que un "*workshop*", perquè no només hi vaig aprendre a construir projectes comuns i treballar en equip, sinó que també hi vaig trobar persones encantadores. Estar sopant a la mateixa taula persones jueves, musulmanes, ortodoxes, catòliques, protestants i sintoistes, i intercanviar els nostres punts de vista sobre qüestions històriques i d'actualitat és una experiència que no té preu i que demostra el valor no únicament científic d'aquest tipus d'iniciatives internacionals. Tant de bo fos sempre així, que la recerca apropa en lloc de separar les persones!

En l'àmbit nacional, he de regraciar al Dr. Joan Santacana, per aconsellar-me sobre com orientar la meva recerca gràcies a la seva experiència sobre la museografia arqueològica. L'estada a "*UB Projects*" va ser molt estimulant perquè no només em va servir per donar un gir qualitatiu al meu projecte, sinó que també em va fer reflexionar sobre el veritable paper d'una tesi doctoral, és a dir, en el meu futur.

Al Dr. Mikel Asensio per haver-me ofert el seu ajut, a través del correu electrònic i enviant-me voluntàriament els seus articles, malgrat que no ens coneixíem anteriorment.

Els seus comentaris i la seva recerca han estat fonamentals per al desenvolupament d'una part transcendental d'aquest treball, concretament les característiques de les Ciències Històriques, el seu ensenyament i la metodologia avaluativa de les exposicions.

Al Dr. Gabriel Alcalde pel temps dedicat a meves preguntes sobre museus Arqueologia i pels seus consells sobre avaluació, que em van permetre de començar a construir una perspectiva pràctica sobre els museus d'Arqueologia i l'avaluació de la RV en aquest context.

Al Dr. Alejandro Maiche per haver-me ajudat tan pacientment a fer els primers passos en un àmbit gens fàcil com el de la percepció –sobretot perquè era nou per mi– i haver-se pres la molèstia de comprendre el meu objectiu per aconsellar-me de la manera més adequada possible. Precisament, la seva dedicació apassionada a la docència i la recerca d'aquest tema em va portar més d'una vegada a perdre de vista el veritable objectiu de la meva recerca.

Al Dr. Joan Anton Barceló, perquè la seva influència acadèmica i personal ha estat determinant per la meua carrera. Pocs professors han estat tan estimulants com ell i sobretot, gràcies a les seves decisions, va contribuir a orientar el meu procés de formació de la millor manera possible.

També vull fer constar el meu reconeixement a altres persones, no directament vinculades al món específic de la recerca o bé que, com jo, estaven realitzant el seu procés de formació en el Tercer Cicle.

En primer lloc, a Francisco Javier Melero, que està fet tot un expert en el seu tema, per haver-me ajudat amb les qüestions més desconegudes per mi del món de la visualització gràfica computacional.

Al Carles Aguiló, l'amic virtual, que sempre ha estat “dins” el meu ordinador, en qualsevol punt del món en què em trobés, fent-me companyia i ajudant-me amb qualsevol dubte tècnic o teòric que tingués i posant-me al corrent de les novetats dins el Ciberespai. Fent una mirada retrospectiva, la seva ajuda ha estat molt més gran que no sembla per la seva constància i oportunitat.

A l'Enric Delgado, amb qui m'uneix una amistat inefable, per les valuoses converses sobre l'abast de la Ciència, quan la meua intuïció es veia frenada per la manca de coneixements matemàtics. I, per aquest mateix motiu, també vull agrair al Jaume Romero, la seva paciència i l'estímul rebut d'algú que treballa en quelcom tan apassionant com la filosofia de les Matemàtiques, encara que veiés amb escepticisme la relació entre la topologia i la RV.

A totes aquestes persones que han contribuït directament al desenvolupament del projecte de recerca recollit en aquest treball, i a totes aquelles que hi han contribuït indirectament –com ara la Marousa i el Christos Tsakogiannis, l'Amélie i el Pascal, l'equip d'Ergani, el Christos Kaloniatis, la Hemi Bozini, la Roula i la família Kourtzis– o que, per pura negligència, hagi pogut oblidar d'esmentar –les meves disculpes per aquest fet i, sobretot, el meu més sincer i afectuós agraïment.

LLISTA DE TAULES

Taula 1: Distinció entre l'exposició concebuda com a mitjà de comunicació de masses o com a comunicació interpersonal, adaptada a partir de (Pastor, 2004: 51).....	161
Taula 2: Característiques del Ciberespai en contraposició amb els entorns tradicionals en què es mou l'ésser humà.....	248
Taula 3: Classificació dels diferents tipus d'interfície en funció de la relació que estableixen entre el món real i el virtual.....	277
Taula 4: Classificació dels signes artificials (Schaff, 1966).....	503
Taula 5: L'escala d'iconicitat estableix una gradació ontològica i epistemològica en funció del nivell de proximitat a la realitat. A partir de (Villafañe, 1998).....	505
Taula 6: Funcions principals de les imatges.....	509
Taula 7: Funcions ideals per a cadascun dels tipus de representació externa ordenats en l'escala d'iconicitat.....	510
Taula 8: Situació de la RV dins l'escala d'iconicitat.....	518
Taula 9: Escala d'iconicitat o, més aviat, de proximitat a la realitat, tal com queda un cop hem introduït la capacitat interactiva quadridimensional de la RV.....	520
Taula 10: Usos de la RV en funció de la concepció arqueològica subjacent.....	565
Taula 11: Resum de tots els elements involucrats en els tres grans grups de variables que intervenen en el procés d'ensenyament – aprenentatge.....	659
Taula 12: Resum i classificació de les característiques intrapsicològiques segons el seu grau de generalitat i estabilitat (Clariana, 1994).....	659
Taula 13: Resum dels factors associats a cadascuna de les tres escales que contribueixen a definir la personalitat (Clariana, 1994).....	666
Taula 14: Descripció de les facultats que defineixen la intel·ligència i els tipus de persona associats.....	671
Taula 15: Habilitats cognitives que pot ajudar a desenvolupar l'Arqueologia i de quina manera hi contribueix (Henson, 2004).....	686
Taula 16: Diferències entre els entorns formals i informals d'aprenentatge.....	692
Taula 17: Característiques de cada tipus d'aprenentatge (Asensio, 1993).....	706
Taula 18: Comparació entre les característiques del NPR i el fotorealisme (Green, 1999).....	859
Taula 19: Situació de la RV dins l'escala d'iconicitat.....	955
Taula 20: Escala d'iconicitat o, més aviat, de proximitat a la realitat, tal com queda un cop hem introduït la capacitat interactiva quadridimensional de la RV.....	956

LLISTA DE FIGURES

Figura 1: Estructura bàsica de la problemàtica d'aquest projecte de recerca.....	26
Figura 2: Diagrama esquemàtic que mostra les relacions entre teoria, models i dades (Read, 1990: 34).....	83
Figura 3: Adaptació de l'esquema de funcionament del coneixement científic adaptat a l'Arqueologia.....	98
Figura 4: El procés actual de construcció de coneixement arqueològic des del punt de vista semiòtic.....	102
Figura 5: Transformació de la funció semiòtica de l'objecte al llarg de la seva existència, des del context original fins al museu.....	144
Figura 6: Model general de comunicació, tal com el van plantejar Shannon i Weaver. A partir de (Hooper-Greenhill, 1998).....	157
Figura 7: Transformació del model senzill de comunicació en el moment que es considera l'emissor/a com a element actiu (Hooper-Greenhill, 1998).....	158
Figura 8: Model de la xarxa de contactes com a alternativa al esquema de comunicació tradicional. A partir de (Hooper-Greenhill, 1998).....	158
Figura 9: Model de les cadenes jerarquitzades com a alternativa al esquema de comunicació tradicional. A partir de (Hooper-Greenhill, 1998).....	159
Figura 10: Model de comunicació de l'exposició com a experiència compartida a partir de [(Schramm, 1954) citat a (Morgan i Welton, 1994: 33)]......	166
Figura 11: Esquema de relacions entre quatre pols que permet definir la noció de virtualitat segons Pierre Lévy (Lévy, 1995).....	195
Figura 12: La RV conté tres nivells ontològics diferents.....	197
Figura 13: El "Sensorama Simulator" de Morton Heilig.....	261
Figura 14: Un altre exemple de la genialitat de Morton Heilig: va patentar el un casc de simulació immersiva deu anys abans que Ivan Sutherland comercialitzés el primer HMD.....	262
Figura 15: La calculadora que Blaise Pascal va inventar per ajudar el seu pare a l'hora de realitzar la comptabilitat.....	264
Figura 16: La màquina analítica de Charles Babbage i Ada Byron.....	265
Figura 17: El sistema VIVED de visualització immersiva emprat per la NASA per l'entrenament dels pilots.....	269
Figura 18: Representació esquemàtica d'un sistema de RV. Adaptat i completat a partir de (Coiffet, 1995).....	270
Figura 19: Els actuals ordinadors multimèdia són molt més que simples computadores: gràcies a la lògica numèrica, reuneixen diverses funcions en un sol aparell.....	271
Figura 20: Esquema del Cave Automatic Virtual Environment.....	272
Figura 21: HMD comercialitzat per la VPL Research a partir del 1989.....	273
Figura 22: El BOOM, una altra forma de Realitat Virtual Immersiva.....	273
Figura 23: El VRD: La nova generació d'ulleres de visualització augmentada.....	273
Figura 24: El Teatre Virtual del CINECA (Bolonya, Itàlia).....	273
Figura 25: Esquema de funcionament del Videoplac de Myron Krueger, inventor de la Realitat Artificial.....	274
Figura 26: El Workbench, un exemple de Realitat Híbrida per l'experimentació científica.....	274
Figura 27: Un altre element propi de la Realitat Virtual Immersiva: el Dataglove.....	275
Figura 28: El continu realitat - virtualitat com a forma de classificació de la RV (Milgram i Kishino, 1994; Milgram i Takemura, 1994).....	276
Figura 29: La situació de les diferents interfícies en el continu realitat - virtualitat.....	277
Figura 30: Classificació de diverses tecnologies de comunicació en funció de dos paràmetres: realisme i interactivitat.....	292

Figura 31: Comparació entre els esquemes comunicatius “tradicional” i el que caracteritza la RV en sentit general.....	294
Figura 32: L’habitació d’Ames.....	348
Figura 33: Espectre de la llum blanca.....	358
Figura 34: El cercle de colors. Els desplaçaments en el perímetre representen canvis de matís; els moviments dins un radi, canvis en la saturació.....	359
Figura 35: Esquema de funcionament d’una lent convexa, que és el tipus que correspon al cristal·lí de l’ull.....	361
Figura 36: Secció transversal de l’ull humà i posició dins el crani.....	364
Figura 37: Cèl·lules retinals. A més de les cèl·lules transductores (cons i bastons), a l’ull també hi ha neurones (Lillo, 1993).....	366
Figura 38: Densitat de cons i bastons a la retina (Lillo, 1993).....	367
Figura 39: Absorció de l’energia lluminosa per part de les tres poblacions de cons de l’ull humà (Fischler i Firschein, 1987).....	368
Figura 40: Tres tipus de neurones: a) Bipolar; b) Pseudo-unipolar; c) Multipolar (Fischler i Firschein, 1987).....	370
Figura 41: Localització funcional del cervell (Fischler i Firschein, 1987).....	371
Figura 42: La via genículo - estriada designa tots les regions del cervell involucrades en la percepció visual (Lillo, 1993).....	373
Figura 43: Esquema general d’una hipercolumna, que mostra les orientacions de les cèl·lules del cervell (Lillo, 1993).....	375
Figura 44: Connexions entre les diferents regions involucrades en la percepció visual del macac (Fischler i Firschein, 1987).....	376
Figura 45: Lleis d’organització perceptiva de la Gestalt (Lillo, 1993).....	380
Figura 46: Relació entre fons i figura. Es una copa o són dues cares? (Lillo, 1993).....	381
Figura 47: Disparitat retinal. Els objectes situats a la línia de l’horòpter projecten imatges en parts equivalents de les retines (A). Si ens n’allunyem, augmenta la disparitat en les projeccions retinals (Lillo, 1993).....	389
Figura 48: Paleta de colors tal com apareix en un programa comú d’edició d’imatges.....	406
Figura 49: L’entorn sensorial de l’ésser humà es percep com una globalitat però la virtualitat computacional els simula separatament.....	433
Figura 50: Constància de forma significa que quan veiem l’el·lipse (b) de la fotografia (a), interpretem que es tracta d’un cercle (Lillo, 1993).....	439
Figura 51: Flux dels senyals relacionats amb el llenguatge. a) Dir una paraula sentida; b) Dir una paraula llegida (Fischler i Firschein, 1987).....	458
Figura 52: Esquema de les estructures involucrades en la producció i comprensió del llenguatge (Fischler i Firschein, 1987).....	458
Figura 53: Esquema del sistema de representació del cervell: els elements verbals i no verbals estan emmagatzemats en un sistema comú (Mayor i Moñivas, 1992).....	459
Figura 54: Esquema del procés de modelització de la realitat.....	485
Figura 55: Esquema del funcionament de les imatges des del punt de vista semiòtic (Villafañe, 1998).....	495
Figura 56: relació entre denotació i connotació en la lectura d’una imatge.....	498
Figura 57: Triangle semàntic que relaciona significant i significat.....	502
Figura 58: Funcionament semiòtic de la RV: la seva interactivitat modifica sensiblement l’esquema pensat per les imatges.....	514
Figura 59: Comprensió de les imatges tal com queda un cop modificada per la intervenció de la interactivitat.....	515
Figura 60: Participació de la RV en el procés de recerca arqueològica, en virtut de la seva relació analògica amb la realitat del registre arqueològic.....	524
Figura 61: Definició de la RV en funció de l’objecte d’estudi i la forma d’aproximar-s’hi per part de la disciplina.....	565
Figura 62: classificació del procés d’ensenyament - aprenentatge en funció de dos eixos amb exemples de cada tipus (Novak, 1986).....	643
Figura 63: situació dels diferents models d’aprenentatge de les disciplines històriques	690

dins la classificació dels processos d'ensenyament – aprenentatge establerta per Ausubel.....	
Figura 64: tipus d'aprenentatge significatiu i classificació en funció del nivell d'interactivitat i de complexitat / abstracció.....	725
Figura 65: seqüència de l'aprenentatge reconstructiu.....	726
Figura 66: Esquema de funcionament d'un sistema de Realitat Híbrida al “ <i>Well of Inventions</i> ” (Strauss, Fleischmann et al., 2003).....	759
Figura 67: El “ <i>Soundgarten</i> ”, exemple dels “ <i>Tangible Media</i> ”: la virtualitat s'introdueix dins els objectes reals (Strauss, Fleischmann et al., 2003).....	760
Figura 68: Esquema de funcionament d'un altre sistema de Realitat Híbrida al “ <i>Well of Inventions</i> ” (Strauss, Fleischmann et al., 2003).....	762
Figura 69: situació dels diferents dispositius dins el continu entre els tres pols de la RV..	837
Figura 70: caracterització del MV en funció de l'opció museogràfica.....	838
Figura 71: Comparació entre les exposicions tradicionals i “interactives” segons Roy Ascott (Ascott, 2002: 9).....	849
Figura 72: classificació de la interactivitat en funció del tipus de resposta del sistema i l'activitat de l'usuari/ària.....	854
Figura 73: con de l'experiència d'Edgar Dale adaptat a la interactivitat al museu (Dale, 1969).....	861
Figura 74: diagrama esquemàtic que mostra les relacions entre teoria, models i dades (Read, 1990).....	910
Figura 75: adaptació de l'esquema de funcionament del coneixement científic adaptat a l'Arqueologia.....	916
Figura 76: Funcionament semiòtic de la RV: la seva interactivitat modifica sensiblement l'esquema pensat per les imatges.....	953
Figura 77: comprensió de les imatges tal com queda un cop modificada per la intervenció de la interactivitat.....	954

VOLUM I

PRESENTACIÓ I CONCEPCIONS BÀSIQUES DEL PROJECTE DE RECERCA

Índex

<u>I.1. Presentació del projecte de recerca.....</u>	25
I.1.1. Introducció general.....	25
I.1.2. Problemàtica inicial.....	25
I.1.3. Objectius i continguts de la tesi doctoral.....	27
I.1.4. Metodologia de recerca.....	31
I.1.5. Context d'investigació internacional en relació amb la RV.....	34
I.1.5.1. Darreres tendències de l'ús de la RV en Arqueologia.....	35
I.1.5.2. Desenvolupament recent de l'ús de la RV a l'exposició.....	39
I.1.5.3. Estudis avaluatius sobre la RV.....	42
I.1.6. Contribució a l'estat de la qüestió.....	45
I.1.7. Perspectives futures.....	46
<u>I.2. Epistemologia i funció de l'Arqueologia.....</u>	47
I.2.1. Introducció.....	47
I.2.2. Situació epistemològica de l'Arqueologia.....	49
I.2.2.1. El debat Ciències / Lletres.....	49
I.2.2.2. La relació amb les disciplines properes: Sociologia, Humanitats i Història.....	68
I.2.2.3. Què són les Ciències Històriques?.....	71
I.2.2.4. Funcionament epistemològic de l'Arqueologia.....	77
I.2.2.4.1. La dicotomia descripció / interpretació.....	77
I.2.2.4.2. Objectiu de l'Arqueologia.....	81
I.2.2.4.3. Estructura epistemològica bàsica de l'Arqueologia.....	82
I.2.2.4.4. La societat, objecte d'estudi.....	85
I.2.2.4.5. La Teoria del Caos.....	86
I.2.2.4.6. Aplicació de la Teoria del Caos a les Ciències Històriques....	89
I.2.2.4.7. La Teoria de la Cultura Material.....	96
I.2.2.5. L'aportació dels mètodes quantitius.....	101
I.2.2.6. Conclusions.....	107
I.2.3. Funció social de l'Arqueologia.....	109
I.2.3.1. Introducció.....	109
I.2.3.2. Vessant polític.....	112
I.2.3.3. Vessant econòmic.....	119
I.2.3.4. Vessant divulgatiu.....	125
I.2.3.5. Conclusions.....	132
<u>I.3. Els museus, punt de contacte entre la societat i l'Arqueologia..</u>	133
I.3.1. Introducció.....	133
I.3.2. La base: el paper dels objectes.....	139
I.3.3. Funció social del museu.....	146
I.3.4. Funció comunicativa de l'exposició.....	150
I.3.5. Funció educativa de l'exposició.....	167
I.3.6. Primeres paraules sobre el paper de les TIC al museu.....	176

I.4. Definició del concepte de Realitat Virtual.....	184
I.4.1. Introducció.....	184
I.4.2. Filosofia de la virtualitat.....	185
I.4.2.1. Introducció.....	185
I.4.2.2. Què li passa al nostre món?.....	186
I.4.2.3. Metafísica.....	188
I.4.2.3.1. Introducció.....	188
I.4.2.3.2. Origen i evolució del terme “virtual”.....	189
I.4.2.3.3. La realitat dins els ordinadors.....	194
I.4.3. Representació pictòrica de la realitat.....	200
I.4.4. La creació d’altres móns.....	205
I.4.5. La cerca de coneixement.....	210
I.4.5.1. Introducció.....	210
I.4.5.2. Computadores: origen matemàtic i concepcions subjacents.....	210
I.4.5.2.1. L’origen matemàtic de les computadores.....	210
I.4.5.2.2. El processador pot ser més fort que la ploma.....	214
I.4.5.2.3. La RV com a computadora.....	219
I.4.5.3. Visualització científica.....	221
I.4.6. La RV dins les TIC.....	227
I.4.6.1. Introducció.....	227
I.4.6.2. Un període de transformacions.....	228
I.4.6.3. Els protagonistes dels canvis: multimèdia, Internet, I. A. i Ciberespai	233
I.4.6.3.1. Multimèdia.....	233
I.4.6.3.2. Internet.....	235
I.4.6.3.3. Intel·ligència artificial.....	237
Panorama general.....	237
Sistemes experts i xarxes neurals.....	238
Simulació.....	240
Relació amb la RV.....	242
I.4.6.3.4. Ciberespai.....	243
Origen del terme.....	243
Les arrels terrestres del ciberespai.....	244
El ciberespai com a acompliment epistemològic.....	246
Diferències amb la RV.....	254
I.4.6.3.5. Conclusions.....	255
I.4.7. La RV com a mitjà de comunicació.....	256
I.4.7.1. Introducció.....	256
I.4.7.2. Tecnologia: tipologia, revisió històrica i crítica a la definició tecnològica de la RV.....	257
I.4.7.2.1. Crítica a la definició tecnològica de la RV.....	257
I.4.7.2.2. El desenvolupament tecnològic de la RV (I): el paper del PC	260
I.4.7.2.3. El desenvolupament tecnològic de la RV (II): aparició de les diferents interfícies computacionals.....	267
I.4.7.2.4. Tipologia de la RV.....	269
I.4.7.2.5. La tecnologia al seu lloc.....	280
I.4.7.3. Comunicació: definicions i desenvolupament del procés.....	281
I.4.7.3.1. Introducció.....	281
I.4.7.3.2. El procés de comunicació.....	284
Definició dels conceptes bàsics: informació i comunicació.....	284
La RV transforma el procés de comunicació.....	288

I.4.8. Conclusions.....	295
<u>I.5. Bibliografia.....</u>	296

I.1. Presentació del projecte de recerca

I.1.1. Introducció general

Els presents volums exposen el desenvolupament i els resultats del projecte de tesi doctoral dut a terme durant els anys 2001-2006 –el Treball de Recerca d Tercer Cicle va ser defensat l'octubre de 2002– al Departament de Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona, sota la direcció de la Doctora Paloma González Marcén, professora titular d'aquest departament i co-directora del Centre d'Estudis del Patrimoni Arqueològic de la Prehistòria, centre especial de recerca d'aquesta mateixa universitat. Per a la realització del projecte vaig comptar amb una beca FI del Departament d'Universitats, Recerca i Informació de la Generalitat de Catalunya (III Pla de Recerca de Catalunya 2001/2004), que també em va concedir dues borses de viatge per a estades de recerca al *Virtual Heritage Lab* de l'ITABC-CNR de Roma (novembre de 2003) i al *Heritage studies research group de l'Institute of Archaeology, University College of London* (novembre – desembre de 2004), i una beca Marie Curie *Early Stage Research Training* de la Unió Europea (Sixth Framework Programme, nº de contracte MEST-CT-2004-51439), que em va permetre d'integrar-me a la Universitat de l'Egeu (Mytilene, Grècia) dins el marc del projecte CHIRON, que reuneix en una mateixa iniciativa diverses universitats europees i del Pròxim Orient.

El projecte s'interessa per l'ús de la Realitat Virtual (RV) com a eina divulgativa: pretén comprendre si la RV és útil i de quina manera per la difusió de l'Arqueologia al museu. Com que es tracta d'una imatge i la qüestió inclou àmbits diversos, estableix un marc teòric semiòtic que permet emprar la seva metodologia analítica i alhora reunir tots les informacions de manera coherent. Els dominis de coneixement implicats són l'Arqueologia (epistemologia), la Percepció i la Cognició humanes, la Museologia, la Comunicació, la Tecnologia, la Història de la Ciència, la Semiòtica de les imatges, la Museologia, la Museografia i l'Aprenentatge, i cada apartat respectiu ha procurat combinar les deduccions teòriques i les contrastacions empíriques per tal de proposar uns primers fonaments teòrics per l'ús de la RV com eina de difusió en Arqueologia.

I.1.2. Problemàtica inicial

El punt de partida del projecte és la generalització de l'ús de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació en totes les esferes de la societat actual, i més concretament en Arqueologia, un domini de coneixement tradicionalment poc relacionat amb els mètodes quantitius i les aplicacions computacionals; per consegüent, es planteja la qüestió sobre com influeix aquesta innovació tecnològica en la pràctica de recerca i de difusió de la disciplina.

L'abast concret de la recerca és l'ús de la RV als museus d'Arqueologia. He triat la difusió i no pas la recerca per motius d'interès personal i perquè considero que l'Arqueologia és una disciplina social i, per tant, cal parar molta atenció als continguts i les formes de divulgació, perquè siguin els més adequats en funció dels interessos o les característiques de la societat, els canals de comunicació, i el nivell de coneixements i els objectius de la disciplina. Dins la divulgació, m'he decantat pels museus i no pas

pels llibres perquè és la principal instància de contacte entre la recerca professional i el gran públic i perquè, continuant la tendència de renovació museogràfica iniciada al darrer terç del s. XX, estan adoptat les TIC com a vehicle de comunicació fonamental. Finalment, d'entre totes les TIC, he escollit la RV i no el Multimèdia, que és l'altra tecnologia més estesa, per diferents motius: perquè també es fa servir en recerca, encara que molt puntualment, i crec que aquest fet implicar un valor afegit de cara a la difusió; perquè s'ha convertit en una de les formes més habituals de transmissió de coneixement arqueològic, molt estretament lligada als jaciments i els objectes; i, en relació amb això darrer, perquè, a diferència del Multimèdia, conté un seguit d'implicacions epistemològiques transcendents –sobre la concepció subjacent de les Ciències Històriques i, concretament de l'Arqueologia, més propera a la Ciència o a l'Art– que s'estan transmetent de manera més o menys conscient a la societat i que haurien de ser discutides.

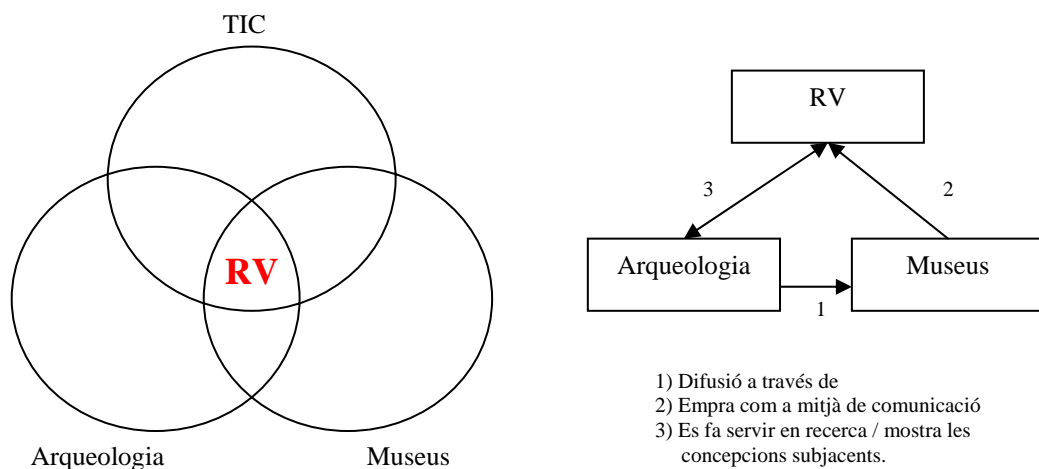


Figura 1: estructura bàsica de la problemàtica d'aquest projecte de recerca.

La problemàtica que sorgeix en aquest context és la següent: actualment s'ha estès l'ús de la RV als museus d'Arqueologia i s'afirma que posseeix nombrosos avantatges, però no s'especifica quins són o bé es fa de manera molt superficial, dient simplement que contribueix a millorar el gaudi i/o la comprensió de la disciplina. Per tant, aquesta tesi es pregunta:

- És cert que la RV és millor que altres estratègies comunicatives? Per quin(s) motiu (s)?
- Quines són les característiques específiques que li confereixen aquest avantatge?
- En quina base teòric - empírica es fonamenten?

L'objectiu, el desenvolupament i les implicacions d'aquest projecte per a l'Arqueologia, els museus i l'ús de la RV en aquests dos àmbits, es poden condensar en l'adaptació que faig de la següent frase de Simon James. Diu l'autor (James, 1999: 133):

“I suggest that instead of asking, ‘How do we present archaeology in museums?’, we should ask, ‘What is the role of the museum in the presentation of archaeology?’”

La frase es podria adaptar de la següent manera:

“Jo suggereixo que en lloc de preguntar ‘Com utilitzem la RV al museu?’, preguntéssim ‘Quin és el paper de la RV en la presentació de l’Arqueologia?’”

Aquesta modificació implica que la RV necessita una base teòrica de tipus epistemològic i museològic per poder ser emprada com a eina comunicativa i no elimina, ni molt menys, les implicacions que, en darrera instància, la frase de Simon James aixecava sobre la concepció de la disciplina i els museus. Com veurem, una pregunta aparentment tan tecnològica com és l’ús de la RV torna a posar sobre la taula el vell debat sobre la construcció i transmissió del coneixement arqueològic. En conclusió, lligant amb la introducció de la problemàtica, preguntar què pot aportar RV a Arqueologia des del punt de vista de l’aprenentatge, la comunicació, l’epistemologia, etc., equival, en el fons, a preguntar de quina manera està canviant la nostra societat com a conseqüència de la introducció de les TIC, a través d’un exemple concret.

I.1.3. Objectius i continguts de la tesi doctoral

La revisió dels usos reals i la bibliografia relacionada amb el tema –realitzada durant la primera part del projecte de recerca i presentada en treballs anteriors (Pujol, 2002a; 2002b; 2004)– evidencia que no només manca la base teòrica - metodològica a la qual feia referència en el capítol anterior, sinó que s’infrutilitzen les capacitats reals de la RV, per raons que no tenen a veure amb la tecnologia sinó amb la concepció de l’Arqueologia.

A l’hora de divulgar el coneixement arqueològic tenim dues possibilitats: mostrar com era el passat o mostrar com creiem que era i, sobretot, com ho sabem; en altres paraules, posar l’èmfasi en el caràcter relatiu de la informació i en la metodologia. Tal com afirmava Joan Santacana en una comunicació personal, els Museus de Ciència sí presenten la base experimental associada als objectes perquè és una característica inherent a aquesta forma d’obtenció de coneixement, necessària per l’acceptació de les afirmacions; però, en el cas de la Història, l’omissió dels mètodes la converteix en mite, en una construcció basada en interessos polítics i concepcions personals, molt difícil de contrastar però molt fàcil de manipular. Això també és vàlid per l’Arqueologia, en què segueix predominant una concepció artística, més centrada en els objectes que en el seu significat contextual, la qual, a l’hora de preparar una exposició, encara porta a pensar quins objectes es volen mostrar i no pas quin discurs es vol transmetre.

Aquestes dues característiques –la manca de metodologia i la importància dels artefactes– s’adiuen plenament amb la comunicació visual a través d’imatges, perquè aquestes presenten instantànies d’un conjunt d’elements objectivats que el nostre sistema cognitiu interpreta com a veritables. És per això que tradicionalment l’Arqueologia ha mostrat dibuixos d’objectes i jaciments, i que ara ha trobat la gran solució en les reconstruccions virtuals: és més espectacular i atractiva –com una màquina del temps–, per la qual cosa permet vendre més i substituir més efectivament les imatges mentals. Així doncs, difícilment es podria trobar i analitzar un exemple de

RV tal com la defineixo jo, simplement perquè no existeix –sobretot fora del món de la museografia anglo-saxona, en què la tradició de la museografia comprensiva i els “hands-on” podria haver influït la tecnologia i fer-la més interactiva–: no s’ha creat una RV de tipus experimental perquè falta el corpus teòric i experimental bàsic a partir del qual crear el model, com sí hi ha en Arquitectura o Enginyeria.

Conseqüentment, a l’hora d’orientar la recerca, podria formalitzar molt bé la problemàtica però no podria tirar per la segona via –l’experimental– perquè manquen els exemples d’anàlisi. Val més desenvolupar la primera via i generar una reflexió teòrica global, sobretot tenint en compte que actualment està fragmentada en els coneixements produïts pels diversos àmbits relacionats amb l’ús de la RV com a eina divulgativa. Per tant, la finalitat del projecte de recerca doctoral és començar a construir aquesta fonamentació teòrica que, evidentment, no pot consistir en construccions purament intel·lectuals, sinó que ha d’estar ancorada en dades empíriques; i per això l’objectiu consisteix en la realització d’una cerca sistemàtica dels coneixements teòrics i empírics de tots els àmbits implicats per la pregunta inicial, i la seva integració en una base coherent, que proporcionï unes directrius sobre com integrar la RV als museus d’Arqueologia.

Tanmateix, el fet que l’objectiu no sigui aprofundir en un tema, sinó establir connexions entre diversos àmbits no està exempt de problemes. En primer lloc, de tipus intern, de sistematització i coherència entre els apartats, de manca de profunditat de les anàlisis, etc., tal com veurem en parlar de la metodologia de recerca. Però, sobretot, a aquest nivell més general, de contradicció entre, d’una banda, el model de recerca cap el qual es tendeix que, com que és interdisciplinari, demana una major inversió de temps, recursos, coneixements especialitzats i, per tant, possiblement la intervenció de diverses persones, i, d’altra banda, el tipus d’avaluació o qualificació acadèmica, que és individual i, conseqüentment, limitada pel que fa al temps i els recursos d’investigació.

La necessitat d’integració i coherència m’ha induït a establir un marc comprensiu, **la Semiòtica**, que no només és teòric –i permet organitzar totes les informacions obtingudes i les conclusions extretes– sinó també metodològic, perquè com que la RV és un instrument de comunicació específic, permet aplicar-li el potencial analític llargament desenvolupat en disciplines com ara la Lingüística i, sobretot, l’Art i les Ciències audiovisuals, més properes des del punt de vista formal. L’aplicació del marc semiòtic ha portat a estructurar l’anàlisi i l’exposició dels resultats de la manera següent:

- Volum I: Presentació de la problemàtica i objectius i de les concepcions bàsiques sobre l’Arqueologia, els museus i la RV.
- Volum II: Fonaments teòrics de l’ús de la RV en el procés de recerca arqueològica¹; semiòtica de la RV.
- Volum III: Establint les bases i obrint nous camins per l’ús de la RV en Arqueologia. Bibliografia i Annexos.

¹ Aquest concepte equival al que Felipe Criado (Criado, 1996) anomena “cadena interpretativa” i consisteix en la successió de fenòmens cognitius, socials, naturals, etc., que inclouen des de la formació del registre fins la seva difusió i ús.

La tesi està dividida en tres volums, a l'interior dels quals la informació està distribuïda, de més general a més concret, en capítols, seccions, apartats i subapartats. El primer volum, tal i com es pot apreciar a través de la lectura d'aquestes línies, comença amb una presentació del projecte de recerca i proporciona tres tipus d'informació: en primer lloc, un panorama ràpid de la tesi, amb la informació acadèmica bàsica, un resum i els dominis de coneixement implicats, a manera de paraules clau; en segon lloc, el projecte pròpiament dit, amb la problemàtica inicial, els objectius, la metodologia, l'estructura i continguts determinats per les tres primeres, i les perspectives futures de recerca; finalment, la relació de la tesi amb el panorama científic internacional, exposada a través de la contextualització del meu projecte en relació amb els principals àmbits implicats i la seva contribució a l'estat de la qüestió.

A continuació s'expliciten les concepcions bàsiques que fonamenten els tres pilars de la tesi: l'Arqueologia, els Museus i la RV. Aquesta explicació prèvia és necessària perquè l'orientació de la recerca i els seus resultats no són únicament fruit del procés d'investigació pròpiament dit, sinó que estan condicionats per un element preexistent i necessari, que són les concepcions de l'autor/a. En Ciència, és molt habitual presenciar una demanda repetida d'objectivitat i aquest és, precisament, un dels factors que porten a considerar que les Ciències Històriques mai no podran considerar-se dins el selecte grup de les disciplines científiques. Crec que aquesta afirmació és errònia i prové d'una concepció esbiaixada de la noció d'objectivitat. El substantiu "objectivitat" conté dues idees bàsiques: d'una banda, la consideració que els objectes constitueixen el centre de l'atenció del procés intel·lectual que s'està duent a terme; de l'altra, es pot portar una mica més enllà aquesta premissa i entendre que, atès que el món extern focalitza l'interès, s'han de deixar de banda les reflexions, sentiments, etc. de l'observador que no estiguin basats en les informacions que es poden obtenir directament del primer.

Això significa que, perquè es pugui considerar "objectiu", aquest tipus de coneixement ha de ser essencialment empíric –en contraposició a purament reflexiu (literari, filosòfic, artístic)–, i no pas que hem d'eliminar la nostra intervenció en la observació perquè, per altra banda això és absolutament impossible: no podem eludir el fet que som humans/es i estem condicionats per la nostra psicologia, la nostra educació i el nostre context social, econòmic i polític. Per tant, entendre l'objectivitat d'aquesta manera és una pretensió totalment irrealitzable perquè implicaria que deixéssim de ser humans i humanes. És més, opino que no només és irrealitzable, sinó que és totalment indesitjable: són precisament aquestes diferències individuals les que estimulen i enriqueixen la nostra cerca de coneixement sobre el món. Així doncs, més que parlar d'objectivitat com a sinònim de manca d'intervenció de la persona, cal entendre-la com a referència a la importància central dels objectes en tant que fi o mitjà d'estudi –una consideració òbvia, per altra banda–; a la necessitat de fonamentar les afirmacions en una base empírica; i, sobretot, en l'estandardització i conseqüent possibilitat de repetició de la metodologia d'anàlisi.

Tota aquesta digressió tenia com a objectiu establir el fet que en qualsevol procés de recerca, sigui considerat "de Ciències" o "de Lletres", és impossible desfer-se del rerafons psicològic i cultural de l'investigador/a, i per aquest motiu el millor que es pot fer és intentar explicitar al màxim les seves característiques, de manera que la resta de persones puguin entendre de quina manera influeix en el procés posterior. Per això he defugit conscientment l'ús de la tercera persona neutra o d'un fals plural, i parlo en tot moment en primera persona, ja que aquestes fórmules tan habituals provenen d'una

concepció decimonònica errònia que veia en la dissolució del “jo” l’obtenció de l’ “objectivitat”. I aquesta és també la raó que el primer volum estigui dedicat principalment a l’explicitació de les meves concepcions –principalment determinades per la meva formació escolar i universitària a Bordeus i a la UAB– sobre què crec que és i per a què serveix l’Arqueologia; quina és la funció dels museus en relació amb aquesta disciplina de coneixement i de quina manera transmeten les exposicions arqueològiques el seu missatge; i quina definició de RV he adoptat per analitzar-la, atès que no hi ha unanimitat sobre aquesta qüestió.

El segon volum correspon a la recerca pròpiament dita i presenta, juntament amb la proposta teòrica - metodològica (semiòtica), els resultats de la investigació bibliogràfica i les conclusions obtingudes a partir d’aquestes lectures. El seu objectiu és respondre a la pregunta sobre la utilitat de la RV per la difusió del coneixement arqueològic i això comporta anar a buscar les respostes en àmbits molt diversos, que es poden organitzar de manera coherent gràcies al fet que es tracta d’una imatge destinada a la comunicació i, per consegüent, a través de la tradicional distinció semiòtica entre sintaxi, semàntica i pragmàtica. Per altra banda, el fet d’aprofundir en la concepció de la RV com a llenguatge de codificació i comunicació de la realitat permet transferir, per analogia, la metodologia analítica d’altres àmbits més desenvolupats, com ara les Ciències audiovisuals, l’Art i la Lingüística.

La RV consisteix en un entorn computacional de tipus visual, dinàmic i interactiu. Això significa que la RV es pot examinar en tant que imatge i, per tant, analitzar quins són els seus components bàsics –la Sintaxi– i de quina manera construeixen i transmeten el seu significat –la Semàntica. Aquest fet determina que el segon volum contingui un capítol dedicat a la descripció de la semiòtica de les imatges i un altre en què, havent comparat les característiques bàsiques de la RV amb aquestes informacions, s’infereixin les conclusions sobre la semiòtica de la RV. La finalitat és comprendre l’especificitat de la RV com a forma de representació de la realitat. Abans, però, hi ha un capítol dedicat a la percepció i la cognició perquè, tot i que moltes de les seves proposicions corresponen a la semàntica, el fet que es tracti d’imatges internes i, per tant, anteriors a qualsevol imatge externa –com per exemple la RV–, fa que s’hagi de situar antecedentment a qualsevol altra consideració. Així doncs, l’objectiu que es planteja aquest apartat és respondre a la pregunta de si la RV és millor que altres mitjans de comunicació perquè representa el món tal com és o com nosaltres l’aprehem.

Pel que fa a la Pragmàtica, l’aplicació de la RV en un àmbit concret, el del museu arqueològic, confereix al desenvolupament general d’aquesta recerca un doble matís específic, que és el que veritablement ens interessa. En primer lloc, es tracta de saber si la RV és adequada per l’Arqueologia des del punt de vista epistemològic, perquè si no hi ha concordança a aquest nivell, és a dir, si la RV no és vàlida per representar el coneixement arqueològic, difícilment el podrà transmetre. Com veurem, la dimensió lingüística o comunicativa també conté implicacions de cara a l’ontologia arqueològica ja que, plantejat des d’aquest nou punt de vista, permet encabir-hi la dicotomia Ciència / Humanitat de què parlaré en la reflexió sobre què és l’Arqueologia i, per tant, la supera. L’altre vessant del matís és l’ús de la RV a l’exposició. En aquest cas, la pregunta que es planteja és si la RV és adequada com a recurs expositiu i, per consegüent, l’objectiu de l’apartat corresponent a aquesta pragmàtica específica és analitzar l’adequació de la RV des de la perspectiva filosòfica, museològica i museogràfica. A més, tenint en compte que l’actual definició de museu conté una orientació clarament educativa, el

darrer apartat de la Pragmàtica de la RV tracta sobre l'aprenentatge en general, l'aprenentatge de l'Arqueologia i, finalment, l'aprenentatge al museu. La justificació d'aquesta (darrera) perspectiva semiòtica no només prové del fet que es tracta d'imatges que transmeten coneixement, sinó que també es basa en dos altres elements: la funció comunicativa general assignada a l'exposició, i el vessant patrimonial de l'Arqueologia –és a dir, la funció social de la disciplina–, ambdós establerts per les bases conceptuals de la tesi. Així doncs, està ancorada en tots i cadascun dels tres pilars fonamentals d'aquest projecte de recerca.

El tercer volum conté les conclusions d'aquest projecte de recerca. En un primer moment justifica l'estructura de la tesi i presenta un resum dels resultats obtinguts a partir de les inferències teòriques i la seva contrastació a través dels estudis empírics. El capítol central materialitza l'objectiu final de la tesi perquè proposa, a partir de les informacions anteriors, els fonaments teòrics de l'ús de la RV per a la recerca i per a la difusió del coneixement arqueològic a l'exposició, és a dir que construeix aquesta base teòrica - metodològica que es trobava fragmentada en els diferents àmbits de coneixement i que encara no havia estat integrada i formalitzada. Finalment, preveu per on haurien de tirar futures recerques, a partir de les línies obertes en aquesta tesi, ja sigui perquè han quedat poc aprofundides –a causa de les limitacions temporals i/o d'infraestructura– o bé perquè veritablement constitueixen la continuació natural del projecte.

I.1.4. Metodologia de recerca

Aquest projecte de recerca s'ha dut a terme a través d'una metodologia que podríem anomenar bibliogràfica i inductiva, per contraposició a la hipotètica - deductiva i experimental. En primer lloc, vaig establir la problemàtica inicial i vaig intentar detallar els àmbits de coneixement involucrats per aquesta, una categorització que es va acabar de completar a mesura que llegia, especialment a partir de la bibliografia sobre la RV. L'activitat principal de la recerca va consistir en la cerca bibliogràfica per temes i la lectura crítica de les publicacions recollides. Dins de cadascun dels àmbits, vaig intentar documentar-me el més exhaustivament possible –tenint en compte el temps i l'objectiu (transversal) del projecte–, en primer lloc perquè alguns dels temes m'eren totalment desconeguts i havia de realitzar una tasca prèvia d'aprenentatge –és el cas, per exemple, de la percepció i cognició humanes– i, en segon lloc, perquè, atès que algunes de les definicions bàsiques no eren unívocues –sinó que depenien de l'escola de pensament– i/o bé la concepció actual era el resultat d'una evolució històrica, calia explicitar molt bé d'on havien sortit les idees per tal d'avaluar correctament totes les possibilitats.

La cerca bibliogràfica es va realitzar de manera centrífuga, és a dir, començant primer pels documents disponibles a la UAB, després a les universitats catalanes –a les quals em podia desplaçar personalment sense problemes–, les espanyoles i, finalment, les europees, a les quals podia sol·licitar les publicacions a través del préstec interbibliotecari. Paral·lelament, vaig consultar les actes dels congressos nacionals i internacionals als quals assistia i també vaig realitzar diverses cerques per Internet, que podien ser generals –a partir d'un tema introduït com a paraula clau en el “Google” o bé d'una revista temàtica disponible *on-line*– o també específiques –sobre un article o un/a autor/a concret/a que hagués fet accessibles les seves publicacions a través d'una pàgina *web*.

El següent pas va ser el resum i la redacció d'aquesta informació bàsica i la seva confrontació amb les característiques bàsiques de la RV. Aquesta és la causa que la majoria dels capítols del segon volum posseeixin una mateixa estructura simètrica, ja que reflecteix el procés intel·lectual seguit i que acabo d'exposar: mirar quin és l'àmbit de coneixement més proper a aquell aspecte concret de la RV que volia analitzar, intentar repassar-lo amb un nivell de profunditat adequat, extreure'n les informacions i després aplicar-les a la RV. Per tant, es pot dir que alhora hi ha una part de revisió –de l'àmbit de coneixement original– i una part d'innovació –la de la transferència cap a la RV.

Tanmateix, ja he afirmat anteriorment que cap marc teòric no es pot basar únicament en construccions intel·lectuals –per allò que dèiem de l'objectivitat– sinó que ha d'estar ancorat en un cos d'informacions empíriques que el validi. Així doncs, l'etapa següent va consistir en la identificació dels punts rellevants i la realització d'una nova cerca bibliogràfica, aquesta vegada d'estudis empírics relacionats amb la pragmàtica museogràfica de la RV, és a dir, que contrastessin les conclusions obtingudes inductivament. El problema és que, la majoria de les vegades, va ser impossible trobar exemples que corresponguessin exactament al tipus d'aplicació, context i domini de coneixement analitzats en aquest projecte, per la qual cosa va ser necessari extrapolar els resultats. Després, vaig procedir al resum de totes les conclusions, ara passades pel sedàs de les informacions empíriques i, finalment, a la seva reestructuració i integració reflexiva per crear la base teòrica que constituïa l'objectiu final d'aquest projecte.

Sóc conscient que aquest treball és producte de la meva formació acadèmica, les meves característiques personals però també, com en qualsevol empresa humana, del context general i, a un nivell més concret, de les condicions immediates de realització. En aquest cas, principalment, la bibliografia a la qual he tingut accés. A l'hora d'abordar tots i cadascun dels temes tractats en aquesta tesi, vaig procurar diversificar els punts de vista, especialment a l'hora d'aprendre sobre un nou àmbit de coneixement, i per aquest motiu començava sempre a treballar amb manuals generals per després aprofundir alguns aspectes o explorar-ne de nous a partir de les cites trobades en els documents consultats. Aquesta estratègia em generava el dubte de com posar límits a la cerca bibliogràfica o com saber si havia estat prou exhaustiva. Finalment, ho vaig resoldre la següent manera. Pel que fa a la primera qüestió, s'ha d'acceptar que tots els projectes científics de totes les disciplines estan condicionats pel seu context espacial i temporal i aquest és alhora un dels avantatges i inconvenients de la cerca humana de coneixement. Precisament, Umberto Eco explica en el seu llibre *Cómo hacer una tesis* (Eco, 1999), que aquest tipus de tasca no ha de pretendre ser la recerca definitiva de tota una vida, sinó que ha de consistir en el millor treball possible tenint en compte les seves condicions de realització i, sobretot, que la seva principal finalitat és formativa i la seva destinació, acadèmica.

Pel que fa a la segona qüestió, en primer lloc em vaig proposar de ser tan exhaustiva com fos possible atès les condicions ja esmentades, per després explorar a partir de les bibliografies dels documents consultats aquells altres que em semblessin més interessants o rellevants en funció del tema o la fase de desenvolupament del projecte en què em trobava. L'assoliment d'un cert nivell d'aprofundiment va quedar confirmat pel fet que, després d'haver llegit aproximadament una mitjana d'unes setanta referències per tema, l'aportació d'informació nova de cadascuna assolía una mena d'asímtota. En

altres paraules, al començament llegia qualsevol document relacionat amb el tema i tot el seu contingut era nou per mi; però, a mesura que augmentaven els meus coneixements i seleccionava les fonts, la quantitat d'informació desconeguda disminuïa. En el moment que em trobava amb el segon o tercer article (no cercat intencionalment per comprovar una dada concreta) que descartava perquè no m'aportava res, considerava que havia assolit el nivell d'aprofundiment adequat a les necessitats i el context d'aquest projecte de recerca.

Això justifica també les cites indirectes: es tracta d'un estudi transversal i no podia aprofundir en tots els àmbits revisats, sobretot perquè en alguns d'ells hi havia molta feina prèvia de comprensió bàsica. Per això reduïa el temps de recerca bibliogràfica anant directament a aquelles publicacions que ja havien realitzat una aproximació al tema des del punt de vista de la RV. Per altra banda, la presència d'aquestes cites també és deguda a la impossibilitat d'accedir a les fonts originals, especialment en el cas de les revistes de Psicologia especialitzada o dels llibres sobre museus escrits en llengua estrangera.

A més d'aquestes dificultats de tipus bibliogràfic, la tesi també presenta altres característiques que poden ser interpretades negativament, a les quals em referiré a continuació. Per començar, en alguns casos hi ha un cert desequilibri entre les informacions recollides i la seva posterior aplicació a la RV. Això és degut a dues causes. En relació amb la informació de partida, una tesi doctoral és el resultat d'una recerca emmarcada en el context educatiu i està orientada a l'obtenció d'una qualificació; per consegüent, és necessari que reflecteixi, de maneres diverses, aquest procés de formació. En relació amb l'anàlisi de la RV, el desequilibri és degut al fet que de vegades no tenia més dades o possibilitats d'aplicació. Tanmateix, això no és una deficiència insalvable, ja que aquest treball està pensat per servir de base, de punt de partida per a recerques posteriors, pròpies i alienes, i per tant, és necessari que contingui com més informació rellevant millor. Per aquest motiu no he reduït els capítols dedicats als coneixements bàsics sobre cada tema.

En relació amb aquesta qüestió, un altre problema és que la tesi no presenta solucions concretes, tancades i definitives. Això és degut, en primer lloc, al fet que ens trobem al principi de les recerques sobre aquest tema i, per tant, no hi ha un marc teòric fermament establert ni comptem amb prou dades empíriques. Per aquest motiu, els capítols centrals sovint prenen la forma de reflexions a partir dels diferents àmbits que intervenen en la resposta a la qüestió principal. Potser això provocarà que en algun moment es transmeti la sensació de no haver seguit fins el final un fil argumental o haver deixat només esbossada una cavil·lació. Els camins que obren els múltiples temes continguts en aquest treball són tants i tan profunds, que seria impossible desenvolupar-los en el marc acotat acadèmicament d'aquest treball. Per altra banda, he de precisar que aquest format similar a l'assaig amb breus digressions m'escau totalment des del punt de vista intel·lectual.

Anteriorment he afirmat que la tesi abasta i reuneix molts temes, però no aprofundeix en tots ells. Tal característica pot ser considerada negativa però cal tenir molt present que aquest no és el seu objectiu: l'interès no rau en desenvolupar fins al fons un àmbit o una línia de recerca molt específics, sinó en l'establiment de connexions entre ells. Aquesta és la novetat que aporta la tesi i també la seva dificultat, perquè no hi ha metodologies més o menys "tradicionals" sobre les quals em pugui recolzar o em pugui

emparar; està tot per explorar. Heus aquí, per tant, una altra novetat: l'aportació d'un nou enfocament metodològic que, en el fons, no és sinó la integració de diferents perspectives i metodologies en un marc (semiòtic) comprensiu.

El darrer element que cal justificar és l'ús d'extrapolacions a l'hora de validar les conclusions teòriques sobre la pragmàtica de la RV al museu. La causa és que actualment no existeixen exemples de la concepció que ha guiat aquest projecte de recerca. El tipus de RV que predomina actualment als museus consisteix en mostrar com era el monument i, com a molt, permetre la navegació per la reconstrucció, un model que es basa en una Arqueologia artística i en una museologia de màrqueting, i que no produeix res més que dibuixos millorats, que fan més bonic perquè són més tècnics. Però no hi ha exemples de l'ús de la RV com a model als museus espanyols. Potser es podria trobar als museus anglesos, on hi ha més tradició de museografia comprensiva. I els casos que podria trobar a Catalunya tenen més a veure amb el Multimèdia que amb la RV experimental. Per altra banda, tot i que els museus ja comencen a tenir una important tradició avaluativa i, sobretot, la consciència de fer públics els seus resultats, la introducció de la tecnologia és tant recent i la seva acceptació tan irregular, que no s'han dut a terme estudis sobre els seus efectes, més enllà de preguntar per la satisfacció o la facilitat d'ús de la interfície. Per tant, atès que no tenia casos que reunissin totes les condicions que jo voldria, havia d'agafar les conclusions de diferents estudis que haguessin analitzat les diferents conclusions obtingudes a l'apartat teòric i que fossin semblants en algunes de les seves característiques. En certa manera, ja va bé que sigui així perquè, en qualsevol cas, a l'hora de l'anàlisi, hauria de destriar i aïllar cada variable per comprendre la seva influència en el procés d'aprenentatge al museu. Per tant, vaig agafar diferents exemples que desenvolupaven un aspecte concret per analitzar la seva efectivitat i, després, vaig reunir-los tots altra vegada en la meua proposta teòrica.

La present tesi doctoral reflecteix els avantatges i els inconvenients d'un projecte de recerca multidisciplinari: d'una banda presenta diversos temes poc aprofundits, però de l'altra estableix un marc general en relació amb un tema que cada cop planteja més interrogants perquè estem vivint la integració inevitable de les TIC i els mètodes quantitius a l'Arqueologia. Malgrat que aquest esquema pot semblar incompatible amb una formació acadèmica orientada a l'especialització, demostra la interrelació del coneixement acadèmic i, sobretot, entronca amb les tendències actuals, especialment pel que fa a l'àmbit de les Humanitats, que conceben la formació de les persones com una activitat continuada i que obre diferents vies d'exploració i realització personal.

I.1.5. Context d'investigació internacional en relació amb la RV

A l'hora de contextualitzar aquest projecte de recerca dins el panorama internacional tindrè en compte tres perspectives diferents. Les dues primeres es justifiquen pel fet que estan relacionades amb els pilars fonamentals de la tesi, i corresponen a les darreres tendències de l'ús de la RV en la recerca arqueològica i en el disseny museogràfic. La tercera té a veure amb l'avaluació o estudi de la RV i l'he destacada per sobre d'altres aspectes també tractats en aquesta tesi perquè és l'àmbit en què tenen més importància les referències externes i perquè correspon a les recerques més o menys similars a la meua dutes a terme per altres investigadores i investigadors.

I.1.5.1. Darreres tendències de l'ús de la RV en Arqueologia

La introducció de la RV en Arqueologia s'insereix dins la tendència més general d'ús de mètodes quantitius i aplicacions computacionals, que ja va ser exposada en treballs anteriors (Pujol, 2002a) i que, per tant, no repetiré aquí. En canvi, sí que és important repassar breument l'evolució de la RV en Arqueologia, per comprendre quina és la seva situació recent, a la qual es refereix constantment el present projecte de recerca.

Des dels inicis de la disciplina s'han realitzat reconstruccions tridimensionals dels vestigis arqueològics amb la intenció de “fer reviure el passat” (Kantner, 2000). L'aparició dels *PC* va permetre d'augmentar l'ús de les tècniques de visualització tridimensionals i, a partir d'aquí, de les simulacions computacionals a través de la modelització de sòlids²; però, tant en recerca com en divulgació –que va constituir el primer motor de les reconstruccions virtuals (Reilly, 1991: 134)– aquestes van heretar moltes de les característiques de les formes tradicionals –en dues dimensions i sobre paper– d'enregistrament i il·lustració de les dades (Reilly, 1991: 133; 1992: 161). L'objectiu arqueològic dels primers projectes era explorar el potencial d'aquest tipus de tecnologia per il·lustrar monuments antics, com ara edificis romànics i romans espectaculars. En canvi, els informàtics i informàtiques esperaven solucionar determinats problemes tecnològics relacionats amb la modelització d'objectes complexos. Els plànols arqueològics es presentaven als i les especialistes en Informàtica perquè aquests els traduïssin a format virtual. Com que els arqueòlegs i les arqueòlogues estaven desvinculats del procés tècnic, la transferència de tecnologia d'una disciplina a una altra era mínima i la percepció del potencial ofert pels models virtuals, molt petita (Reilly, 1992: 157).

Això no obstant, un cop construïts, els models van ser molt útils per transmetre les reconstruccions arqueològiques i, sobretot, van atraure l'atenció dels mitjans de comunicació de masses. Això va permetre dues coses: la divulgació de projectes més amplis a una audiència molt superior i, com que van proporcionar molta publicitat, la inversió en recerca per tal de crear models més complexos. D'aquesta activitat es van desprendre una sèrie d'incoherències que van portar a utilitzar els models com a mecanisme de comprovació d'hipòtesis dins del procés de reconstrucció. De manera que la modelització de sòlids va passar de ser un recurs purament didàctic a convertir-se en una eina analítica (Reilly, 1992: 156). Precisament, des del punt de vista metodològic, el desenvolupament d'aquestes tècniques va estimular l'aparició de noves línies de recerca sobre la manera com les relacions socials i polítiques es reflecteixen en l'ús de l'espai. En opinió de Reilly, l'ús de simulacions en tres dimensions podia ajudar al desenvolupament de noves eines analítiques i de recollida de dades per comprendre millor les formacions arqueològiques (Reilly, 1992: 149) i evidenciar la relació entre les interpretacions i el registre arqueològic. La introducció de majors quantitats de detalls (plànols, perspectives, fotografies) ajudarien a establir aquestes comparacions (Reilly, 1992: 159).

A partir de 1988 va augmentar considerablement el nombre de grups dedicats a la modelització de sòlids i cadascun concentrava els seus esforços en aspectes particulars

² Les referències més antigues que cita Reilly (Reilly, 1991) es remunten al 1985 i són els Sistema DORA (*Divided Object-Space Ray-Casting Algorithm*) i DODO (*Daughter of Dora*) (Smith, 1985, citats a [Reilly, 1992 #42: 149; Woodwark, 1986]).

del procés, especialment les interfícies i el fotorealisme. Com que aquest darrer aspecte era un dels objectius principals tant dels i les especialistes en Informàtica com en Arqueologia, va esdevenir un motor de desenvolupament tecnològic que estimulava la creació de nous algoritmes –la il·luminació i la textura eren les principals vies d’exploració– i l’ampliació de la capacitat de processament (Reilly, 1992: 156-157). Per això els primers articles presentats relacionats amb la RV es centraven especialment en els aspectes tècnics i, a mesura que s’anaven resolent, es començaven a explorar les implicacions pedagògiques i epistemològiques dels models virtuals.

Aquesta tendència es pot apreciar clarament a les actes de les *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*³ dels anys següents fins ara. En les CAA90 i CAA91, les aportacions sobre RV són molt poques i encara estan més properes a la modelització de sòlids que als entorns interactius. La majoria tenen a veure amb l’ensenyament i la comunicació i només una entén la simulació com a eina analítica. Les CAA92 segueixen aquesta mateixa tendència, encara que el nombre de comunicacions ha augmentat i es recullen en l’apartat de “*Visualization, Hypermedia and Education*”⁴. La seva relació amb els gràfics tridimensionals i el CAD es manté a les CAA93 ja que els diversos articles dispersos a les actes tenen a veure amb l’anàlisi espacial⁵, la gestió de l’excavació i les tècniques d’enregistrament per la conservació i preservació dels edificis⁶. Amb aquest darrer apartat es demostra la funció de la RV com a il·lustradora d’edificis espectaculars, en estreta relació metodològica amb l’Arquitectura. També es dedica un apartat específic a l’educació: l’ús d’entorns simulats ha donat pas a un nou àmbit anomenat “*Computer Assisted Learning in Archaeology*”⁷, que a les CAA94 reflectirà la influència de la Societat de la Informació transformant-se en “*IT in Education and Communication*”⁸.

Les CAA95 van marcar un punt d’inflexió en la tendència dibuixada fins el moment ja que la RV havia perdut gairebé definitivament la seva vinculació amb els gràfics estàtics i, sobretot, s’explicitava clarament la separació entre “Educació i publicació” i “Visualització”. Ara la RV s’entenia com una eina dinàmica de visualització de les dades, ja sigui per a la recerca –en relació amb el GIS– o per a la comunicació dels coneixements al públic general. Això s’aprecia encara més clarament a les CAA97, en què es va dedicar una secció específica al tema “*Moving through space*”. De les onze comunicacions, vuit contenen el terme “virtual”, “realitat virtual” o “visualització”; i no

³ La tria d’aquesta font quasi exclusiva d’informació es justifica per les següents raons. En primer lloc, tal com el seu títol indica, s’ocupa explícitament del tema que ens interessa: les aplicacions computacionals i els mètodes quantitius en Arqueologia. No hi ha cap altre congrés tan important que reuneixi expressament els i les especialistes internacionals amb la voluntat de reflexionar sobre la intersecció entre l’Arqueologia i els mètodes i tècniques quantitius. En segon lloc, cobreix l’abast temporal des de les primeres aplicacions fins a l’actualitat més recent. En tercer lloc, es convoca anualment i per tant fa un seguiment regular de les activitats científiques. En quart lloc, segueix les modes d’interès però no s’especialitza en un tema específic, sinó que pretén abastar tots els àmbits de la recerca en Arqueologia. En cinquè lloc, tot i que en els primers anys es va localitzar en territori anglo-saxó i l’aportació d’aquest àmbit cultural era predominant, sempre s’ha orientat cap a una perspectiva internacional. Aquesta intenció s’ha fet més evident en els darrers anys, en què les aportacions provenen cada cop més d’arreu del món. En conclusió, les actes publicades a partir d’aquest congrés internacional semblen una font d’informació prou adequada per obtenir un panorama general sobre l’evolució de la disciplina a partir dels anys setanta.

⁴ CAA92: comunicacions 45-51 (<http://www.caaconference.org/>).

⁵ CAA93: comunicació 21.

⁶ CAA93: comunicacions 37 i 38.

⁷ CAA93: comunicacions 31-33.

⁸ CAA94: comunicacions 5-9.

només exposen el desenvolupament d'un projecte amb les seves solucions tècniques sinó que reflexionen sobre les implicacions teòriques en relació amb la Geografia, la teoria espacial, la comunicació a Internet i als museus i els avantatges del VRML per la visualització arqueològica.

La virtualitat s'estava convertint en una realitat dins l'Arqueologia i aquest fet es va acabar de consolidar durant les CAA98, celebrades a Barcelona, amb el "*Festival on Virtual Reality*", una sessió a part en què diferents organismes van presentar les seves reconstruccions. D'aquí va sorgir la "*Virtual Worlds in Archaeology Initiative*" (Almeida i Diogo, 2000: 39), amb l'objectiu de preservar, catalogar i difondre l'ús de les reconstruccions virtuals perquè es creia fermament que podien aportar beneficis en l'àmbit de la recerca i la divulgació⁹. També es va generar un corrent de reflexió teòrica sobre una nova "*Virtual Archaeology*", que anava més enllà de la simple creació de rèpliques digitals i revolucionava completament la manera de fer i d'entendre l'Arqueologia. Tres exemples d'això són: la inclusió d'una secció específica anomenada "*Virtual Archaeology*" a les CAA01 de Visby, Suècia; la publicació dels llibres *Virtual Reality in Archaeology* i *Virtual Archaeology: Great Discoveries Brought to life Through Virtual Reality* (Barceló, 2000; Forte, 2000) i, finalment, la creació de la *Cultural Virtual Reality Organization*, oberta a totes aquelles persones vinculades amb el Patrimoni, per tal d'intercanviar informació i desenvolupar estàndards estètics, científics i tècnics sobre els models virtuals. Precisament, la reflexió sobre com fer científica la RV va ser el tema tractat durant el *workshop "Scientific Credibility and Authentication in Cultural Virtual Reality"* amb què es va inaugurar les CAA02, celebrada a Creta. Per altra banda, s'hi van presentar comunicacions relacionades amb la RV en els àmbits de "*Secondary knowledge*", "*Spatial Information Acquisition and Evaluation*" i "*Management of the Digital Heritage*", evidenciant que la RV ja s'havia estès a totes les fases del procés arqueològic.

Des de llavors, l'evolució de la RV en Arqueologia ha seguit dues tendències, que comparteixen un mateix motor de desenvolupament –el tecnològic– però, malauradament, encara estan força desvinculades des del punt de vista teòric. D'una banda, la proliferació d'aplicacions destinades a la "divulgació", que exploren les diferents alternatives per obtenir gràfics més realistes o bé també, més recentment, per implementar diferents tipus d'interfície en funció del context. És la tendència que podríem incloure dins el concepte de *Virtual Heritage (VH)*. En el primer cas és possible, gràcies a la perspectiva proporcionada pels anys, seguir l'evolució de la recerca. Presentat de manera simple, en primer lloc, a l'època de la modelització de sòlids, l'interès es centrava exclusivament en el realisme dels edificis. Un cop estandarditzada la tècnica de modelització i introduïdes les textures fotogràfiques en lloc de les trames i els colors sòlids generats per l'ordinador, es va passar a buscar la reconstrucció fidedigna de l'entorn. Posteriorment, a mesura que la capacitat de càlcul dels processadors i la potència gràfica de les màquines augmentava, es va poder concentrar l'atenció en els efectes ambientals, i és així com van aparèixer nombrosos algorismes per generar diferents tipus de llum, ombres, reflexes aquàtics, boira, etc.

Tanmateix, tots aquests móns virtuals patien un problema greu i era que estaven totalment despoblats. La modelització dels cossos humans és molt costosa en termes de processament i per aquest motiu no es van començar a introduir figures fins que

⁹ Vegeu més informació a http://www.learningsites.com/VWinAI/VWAI_home.htm.

aquestes no van tenir prou qualitat. Però es tractava d'elements estàtics, que només servien de decorat; per aquest motiu aviat es va començar a investigar les possibilitats de dotar-les de moviment, amb el resultat que ara serveixen no només per “donar vida” a una ciutat o per mostrar les activitats que es duïen a terme en un edifici concret, sinó que, fins i tot, actuen com a guies virtuals de la visita, de manera que s’ha aconseguit veritablement perfeccionar la idea de la RV com a viatge en el temps. Les recerques més actuals es centren en la creació cada cop més ràpida de grans models, el realisme dels agents virtuals i, darrerament, dels grups en moviment.

L'altra tendència és la voluntat de crear una RV científica, inferencial, molt similar a la concepció que ha guiat aquest projecte de recerca, que correspondria al concepte de “*Virtual Archeology*” (VA), i es manifesta a través de la presència d'articles teòrics - metodològics i articles ja pròpiament aplicatius, el nombre dels quals va creixent progressivament des de les CAA02. Per exemple, les CAA03, celebrades a Viena, van presentar una sessió exclusiva sota el nom “*Virtual Reality*” –amb 20 comunicacions, la més nombrosa després del GIS– en què es recollien tots aquests articles, tant els pertanyents a la VA com els pertanyents al VH, malgrat que també hi havia aplicacions en altres sessions, dins les quals estava relacionada amb la visualització específica – osteologia, prospecció, modelització del jaciment–, la presentació al públic –*Cultural Heritage* i Internet– o el GIS. A les CAA 2004, celebrades a Prato (Itàlia), tot i que el tema principal va ser novament el GIS, amb 6 sessions de les 21, la RV va comptar – deixant de banda algunes referències escampades a la resta de sessions, 8 de 21– amb dues sessions específiques –“*3D and VR applications*” i “*Virtual reconstructions in Archaeology*”–, que sumaven –sense comptar les meves dues aportacions– un total de 14 xerrades, dedicades, respectivament, a la presentació al públic a través de diferents aplicacions –amb una ponència teòrica– i a la reconstrucció de jaciments / monuments per la presentació de les dades en recerca –cap exemple d'ús com a model científic, però en canvi hi va haver dues ponències teòriques.

Tanmateix, qui ens confirma definitivament la importància cada cop més gran de la RV i, sobretot, la consolidació d'una incipient concepció teòrica, són les CAA05, celebrades a Tomar (Portugal), que portaven per títol “*The world is in your eyes*”. Aquest protagonisme ja es feia evident pel fet que, de les CAA02, tots els títols de les edicions successives han fet referència a la digitalització del Patrimoni o la seva visualització. En la trobada portuguesa, el títol i la composició de les sessions demostren que ja no es tracta únicament de com es (re)presenta el Patrimoni, sinó que la concepció subjacent a la RV s’ha integrat al nivell més fonamental de la recerca arqueològica: qualsevol forma de representació condiciona la manera d'analitzar i, per tant, de comprendre el món; la RV té un format visual i hem de ser molt conscients de quina perspectiva proporciona. L'objectiu de Miguel Almeida en acollir les CAA va ser, precisament, explicitar aquesta situació, pensar l'Arqueologia des d'aquest nou punt de vista i reflexionar sobre les seves conseqüències. Per això totes les sessions, ja fossin de GIS, d'anàlisi “*intra-site*” de presentació al públic, de geofísica, de fotogrametria, de bases de dades, etc. estaven concebudes com a diferents formes de visualització i, per tant, donaven peu a la introducció d'aplicacions basades en models 3D o de RV. A més, hi va haver dues sessions (“*What you see is what you get: 3D reconstructions*” i “*Seeing through walls: 3D “building” reconstructions*”) específicament dedicades a les reconstruccions virtuals i el seu ús analític o divulgatiu en relació amb objectes, jaciments i monuments.

Per altra banda, aquest congrés es va organitzar –deixant de banda els pòsters– en dos tipus de sessions: les normals, integrades per ponències de 20 minuts, en què els/les autors/es presentaven els resultats d’una recerca; i les “i9Actions”, en què només hi havia un màxim de tres ponències perquè l’objectiu era debatre àmpliament sobre un tema. El fet que els dos tipus de sessions estiguessin repartits de manera gairebé equitativa –atorze i onze, respectivament– demostra la voluntat d’abandonar el format “magistral” habitual, per convertir les CAA en un fòrum de reflexió. I sobretot, és important que tres d’aquestes sessions tenien a veure amb la RV: una en què es presentaven aplicacions diverses (“*Virtual Eye Room*”); una en què s’intentava reflexionar sobre la convergència entre la RV i el GIS i les seves implicacions per la teoria espacial en particular i l’Arqueologia en general (“*GIS, VR and archaeological theory*”); i una altra en què es debatia sobre les conseqüències de la integració de la RV en totes les fases del procés de recerca arqueològica (“*Reasoning in 3D*”).

Finalment, caldria esmentar, per la seva proximitat amb aquest projecte de recerca, un darrer àmbit, aparegut molt recentment en conferències més generals que les CAA¹⁰: l’avaluació de les aplicacions de RV als museus. Malauradament, aquestes iniciatives – només dues, fins al moment– encara estan molt centrades en la satisfacció i la facilitat d’ús. Naturalment, hi ha altres estudis avaluatius conduïts des de l’àmbit de la museologia, però es centren exclusivament en qüestions museogràfiques. Els veritables estudis sobre la RV es presenten en conferències científiques o tecnològiques, com ara Presence, SIGGRAPH, etc. però, en la majoria de casos, també “pateixen” el problema d’estar excessivament centrats en un tema o enfocats des d’un punt de vista concret: en aquest cas, les Ciències i el disseny computacionals. En conclusió, actualment, podem trobar dos grans tipus d’aplicacions de RV: en primer lloc, la visualització fotorealista amb poca interactivitat, emprada al final del procés; i en segon lloc, les eines de disseny o anàlisi interactives i manipulatives, emprades al principi del procés. L’ideal seria, tal com proposen investigadores/es com Maria Roussou i George Drettakis (Roussou i Drettakis, 2005), poder integrar en una sola aplicació totes dues possibilitats.

I.1.5.2. Desenvolupament recent de l’ús de la RV a l’exposició

La introducció de la RV com a recurs museogràfic s’insereix dins el marc general de l’ús de les TIC als museus. Tot i que el procés és lent, les Noves Tecnologies s’integren progressivament en els museus i en transformen tots els àmbits: la conservació de les col·leccions, l’accés, l’exposició i la comunicació. Des d’aquest punt de vista, constitueixen, tal com he exposat en treballs anteriors (Pujol, 2002a), la darrera fase de la tendència de renovació museogràfica iniciada al darrer terç del segle passat.

El segle XX s’ha caracteritzat per un canvi en la concepció de la “cultura”: aquesta ja no és propietat exclusiva d’una elit política i econòmica sinó que tothom hi pot tenir accés. Com a conseqüència, els museus, entre d’altres institucions, es veuen obligats a idear maneres per fer que les col·leccions siguin comprensibles pel públic general. En aquest procés de transformació cal tenir en compte també l’impacte de les TIC en el món occidental. La Societat de la Informació comporta un nou paradigma de construcció i transmissió del coneixement (Solanilla, 2002) i els museus no poden donar l’esquena a una societat en què la informatització i les xarxes de comunicació s’han

¹⁰ Concretament al VAST2005 i al VSMM2005.

convertit en una realitat quotidiana. És així com apareix una nova forma de relació entre el públic i el museu: canvia el tipus de públic –molt més diversificat– i també apareix un nou espai expositiu (virtual), la qual cosa porta a replantejar l’oferta del museu, que ara ha de crear nous productes i serveis complementaris als que s’oferien tradicionalment.

En la concepció tradicional, el museu es situava en un edifici destacat i oferia l’accés a uns objectes valorats per la seva importància estètica o històrica. L’exposició es constituïa en emissora d’un discurs tancat, generat pel propi museu, i situava el públic com a espectador passiu. A partir dels anys vuitanta es va replantejar de manera general aquesta estratègia de comunicació unidireccional, alhora que apareixien els primers multimèdia, però només com a complement del discurs expositiu principal, que seguia essent lineal i estàtic (Solanilla, 2002). Les noves tècniques expositives modificaven l’essència de la informació, des de l’acadèmic al quotidià, per tal d’arribar a un major nombre de persones. I això era possible perquè es relacionava l’experiència del museu amb experiències en moltes àrees de la societat i perquè s’incorporaven esdeveniments reals o sentiments humans veritables. No només s’integrava la investigació a través de diversos mitjans sinó que s’oferia una gran diversitat de tipus de respostes davant dels objectes, com ara les que permetien conèixer aspectes i agents històrics que s’havien deixat de banda (Hooper-Greenhill, 1998: 162).

Les TIC comporten una nova dimensió comunicativa i, per consegüent, representen la culminació d’aquesta tendència: la possibilitat d’interactuar amb els continguts fa que ara el públic visitant participi activament en la construcció del coneixement i gaudeixi aprenent. Pel que fa al contingut, la tecnologia s’utilitza per ressaltar la significació de l’artefacte –tot oferint informació contextual, teòrica o històrica– de manera que es complementa i reforça l’experiència del museu. Així doncs, la interactivitat i l’ús de tecnologia en les exposicions són un reflex dels canvis cap a l’educació pública que s’ha produït en els museus (Koester, 1993: 4). Encara més, es pot establir un paral·lelisme entre les capacitats de les TIC i les concepcions museogràfiques més recents –els Museus Virtuals–, que combinen el mínim nombre d’objectes amb informacions presentades en diferents formats, per tal de satisfer el màxim de sectors de públic en termes d’edat, rerefons social i preferències d’aprenentatge (Gordon, 1999).

La integració del multimèdia en els museus no parteix del no-res. Tenint en compte que el multimèdia es defineix com qualsevol combinació de dos o més mitjans per presentar informació, els museus són experiències multimèdia des del moment que el públic està exposat a un nombre de “mèdia” –pintures, artefactes, animals vius o plafons informatius...–, cadascun dels quals representa una forma diferent de comunicació. Els museus també són interactius perquè el o la visitant no té per què experimentar l’exposició de manera lineal sinó que es pot moure a voluntat, fent ús de qualsevol dels recursos disponibles que triï per explorar el museu. Així doncs, les tecnologies multimèdia interactives són un altre element de l’experiència multimèdia que es pot trobar en un museu i es refereixen específicament a aquelles generades per computador, que incorporen text, so, vídeo, gràfics, etc., en un sistema integrat que esdevé un element més de l’exposició i ens informa sobre un tema rellevant utilitzant els mitjans de comunicació més apropiats (Koester, 1993: 9).

Pel que fa als models tridimensionals, s’han utilitzat durant molt de temps en els museus per substituir objectes valuosos o mostrar estructures inaccessibles o

desaparegudes. Mentre que aquests mitjans de comunicació són estàtics i limitats en els punts de vista possibles, una reconstrucció generada per ordinador es pot presentar de maneres diferents, des d'una seqüència fixa d'imatges quietes fins a animacions o estructures interactives en què l'observador o observadora tria què s'ha de mostrar en cada moment segons els seus interessos o, fins i tot, és capaç de transformar el model en funció d'una problemàtica inicial. Els primers exemples de reconstruccions a l'exposició tenien més a veure amb la modelització de sòlids que no pas amb les simulacions virtuals i els articles que els presentaven s'ocupaven bàsicament de les qüestions tècniques de producció d'aquestes imatges estàtiques i, progressivament, de la seva animació. De l'exploració de noves vies per augmentar el realisme i la interacció en comencen a sorgir, a partir dels anys noranta, les reconstruccions virtuals pròpiament dites, que evolucionen en models cada cop més complexos destinats a la transmissió de coneixement al públic. Cal remarcar que, en tots els casos, aquest és l'objectiu que motiva la construcció dels models virtuals i que està empès per la convicció que una imatge és més efectiva que llargues explicacions textuales. Paral·lelament, s'experimenta amb diferents tipus d'interfície que millorin la comunicació: això portarà de les tradicionals "WoW" als sistemes immersius o semi-immersius, per poder presentar jaciments concrets –coves, interiors de monuments, paisatges i vistes panoràmiques, etc.– i/o proporcionar una experiència més realista i impressionant.

Tanmateix, les observacions a la sala i els qüestionaris omplerts pel públic han evidenciat que hi ha problemes d'integració entre el context i la tecnologia. Per aquest motiu s'introduirà la Realitat Augmentada (RA), dispositius mòbils més o menys petits que acompanyen el/la visitant durant tota la visita proporcionant-li informació suplementària sobre els objectes o les restes arquitectòniques i suggerint-li noves formes d'explorar-los. Malauradament, els (pocs) estudis conduïts sobre aquesta qüestió han demostrat que no s'han eliminat els inconvenients inicials perquè l'origen dels problemes es troba en el fet que totes aquestes interfícies estan basades en el paradigma del PC i, per tant, concebudes per a un/a únic/a usuari/ària que interactua individualment amb la màquina, a través d'un diàleg *input - output* lineal, de manera que les altres persones tenen dificultats per veure, ajudar i encara més per participar en l'aplicació en curs (Heath i vom Lehn, 2002: 5). La majoria de dispositius *high-tech*, malgrat ser anomenats interactius, no permeten formes desenvolupades –socials, com les que caracteritzen la visita– d'interacció (Heath i vom Lehn, 2002: 6).

Per aquest motiu, actualment s'està començant a experimentar amb la Realitat Híbrida (RH), que pot presentar dues formes diferents: d'una banda, la visita compartida per part d'una persona que es troba físicament al museu i una altra que ho fa virtualment; de l'altra, la integració total de la tecnologia a l'edifici o als objectes, de manera que la interfície sigui totalment transparent i intuïtiva gràcies al fet d'haver-se fos en un element familiar. Per altra banda, amb la introducció d'Internet ha sorgit un nou tipus de visitant, el/la de la Web, que pot estar interessat/ada simplement a informar-se sobre preus i horaris però que també pot voler complementar o, fins i tot, substituir la visita real. La importància cada cop més gran d'aquest públic ha provocat que el museu millori qualitativament i quantitativament els continguts de les seves pàgines i això ha propiciat l'aparició del "Museu Virtual", un espai interactiu de coneixement sobre els objectes o sobre un tema, basat en diferents metàfores de navegació.

Com que la presència de les TIC s'ha estès a tots els àmbits de la vida quotidiana, la gent espera trobar-les també als museus. Per altra banda, els museus són molt conscients de la competència en el sector de l'oci en què ara es troben situats i van adoptar la tecnologia simplement com a mitjà d'atracció, per després buscar-hi un ús educatiu. El problema és que ningú no es va plantejar la pregunta de si realment les TIC eren necessàries al museu i la conseqüència és que ara presenten problemes d'integració perquè inicialment no estaven pensades per a aquest context.

I.1.5.3. Estudis avaluatius sobre la RV

Com totes les formes de representació –i, més concretament, les TIC– la RV aconsegueix tres funcions (Bettetini, 1995: 29-39), que són la representació de la realitat, la comunicació i l'adquisició de coneixement. Aquest darrer terme pot presentar diverses accepcions: parlarem de “construcció” quan fem recerca científica, en què, a partir d'unes dades inicials i a través d'un seguit d'operacions preestablertes, obtenim un coneixement nou; la pura “adquisició” es produeix, per exemple, quan consultem una base de dades per recuperar o obtenir una informació necessària per aconseguir un objectiu superior; finalment, també es podrà referir a l' “aprenentatge”, quan la manipulació del model virtual estigui orientat a una finalitat educativa, ja sigui en l'entorn formal o en l'informal, per exemple, al museu.

Tanmateix, les seves característiques –virtualitat computacional, iconicitat, dinamisme, interactivitat–, fan que la RV sigui una forma de representació i una TIC molt especial, situada a la cruïlla entre quatre tradicions occidentals, de les quals és hereva i darrer exponent: la museogràfica, els mitjans comunicació, la matemàtica i la pictòrica (artística i científica). Per aquest motiu es tracta d'un concepte complex de definir i d'analitzar, que planteja problemàtiques de naturalesa diversa i situades en àmbits de coneixement de vegades prou allunyats; principalment, l'històric, el cognitiu, el tecnològic i el social. Actualment, la RV està essent estudiada en cadascun d'aquests àmbits, però, naturalment, l'aproximació s'aconsegueix en funció de les concepcions, metodologies i objectius propis. En altres paraules, l'estudi de la RV s'està realitzant de manera dispersa, fragmentària, i segons perspectives diferents que aparentment mantenen poca relació entre elles i, per tant, que difícilment es concebran de manera integrada. Per això no hi ha cap estudi de característiques similars al meu, que es proposi alhora començar a establir unes bases teòriques i metodològiques recollint totes les informacions provinents dels diferents àmbits i, sobretot, que ho faci a partir dels resultats dels estudis empírics. La bibliografia consultada fins ara pot tenir una finalitat teòrica –Maurizio Forte, Joan Anton Barceló, Erik Champion, Janet Owen– però, o bé no l'explicita –com en el cas dels dos darrers–, o bé es limita a la transferència de la teoria d'un altre àmbit de coneixement i la inferència de conclusions per a l'aprenentatge o l'epistemologia sense una veritable contrastació empírica –com passa amb Maurizio Forte. Per altra banda, tenim estudis experimentals o avaluacions que analitzen un aspecte molt concret i només tenen en compte consideracions empíriques, sense pràcticament cap marc teòric bàsic –a excepció de Maria Roussou, William Winn i altres autors que expliciten la seva concepció constructivista de l'aprenentatge. En cap de les dues possibilitats –enfocament teòric o empíric– no hi ha la voluntat panoràmica i integradora que caracteritza el projecte de recerca presentat aquí.

Quant a les aplicacions i, sobretot, les avaluacions, aquest treball reflecteix l'estat de la qüestió entre els anys 1999-2005. Els estudis sobre l'efectivitat de la RV s'han realitzat, com deia anteriorment, des d'àmbits diferents. Els primers corresponen a la tasca d'enginyers/es o dissenyadors/es que van realitzar experiments sobre la "usabilitat" de les interfícies, i això els/les van portar també a preguntar-se si, atesos els bons resultats obtinguts en l'àmbit militar, aquesta tecnologia podia ser també útil per l'aprenentatge conceptual. Aquest és el cas, per exemple, de William Winn i el seu laboratori a Washington. Una altra línia de recerca pertanyent al vessant tecnològic s'ha desenvolupat des dels estudis sobre "presència", amb conferències anuals i revista específica, que és una àrea complexa que ha fet servir sobretot metodologies quantitatives i mesures de fidelitat (Roussou, 2005), i en la qual podríem situar Maria Roussou, Mel Slater, etc. El segon context d'interès per la RV és el dels museus. Havent adoptat les TIC per pressions socials i polítiques més que no pas per una estratègia educativa conscient (Pastor, 2004: 149), alguns museus –seguint la tradició avaluativa d'aquestes institucions–, ja es comencen a plantejar preguntes com ara quina és la seva efectivitat educativa o quina influència té una visita virtual en comparació amb la visita real. Per tant, es tracta d'un tema de la màxima actualitat i interès però, naturalment, aquest tipus d'avaluació presenta una perspectiva estrictament museològica i sovint la seva difusió o accessibilitat queda restringida a l'equip del museu. El darrer sector que ha explorat –i molt àmpliament– les possibilitats educatives de la tecnologia és el pedagògic però, com és de suposar, els seus estudis s'han centrat en l'aprenentatge formal i en altres tipus d'interfície, inicialment els PC i més recentment els multimèdia, perquè s'assemblen més a les formes de transmissió de coneixement tradicionals –text i imatges– de l'entorn formal. Això no obstant, l'acumulació d'interaccions i de transferència de concepcions entre tots tres àmbits ha fet que els seus objectius hagin acabat confluint i ara, molt darrerament –concretament, al VAST2005 (Owen, Buhalis *et al.*, 2005)–, trobem indicis de l'interès general, oficial, coordinat, per avaluar la utilitat real de la RV als museus. El problema és que encara és molt recent i es centra només en qüestions com la percepció de la tecnologia i el nivell de satisfacció.

A més d'aquests estudis que podríem anomenar "professionals", també s'han dut a terme, en cadascun dels àmbits esmentats, recerques doctorals específicament dissenyades, la qual cosa les apropa a les característiques dels resultats presentats en aquesta publicació. En primer lloc trobem les tesis provinents de l'àmbit de la computació, com per exemple les realitzades per Christine C. Byrne (Byrne, 1996) i Kimberley M. Osberg (Osberg, 1997), dirigides precisament per William Winn, i caracteritzades per l'adopció d'una perspectiva constructivista. La diferència és que els estudis es van realitzar en el context d'aprenentatge formal.

També s'ha realitzat un projecte de recerca doctoral des del punt de vista del museu. Emilie Flon va presentar al VAST 2000 (Flon, 2002) un article relacionat amb la tesi sobre Museologia que estava realitzant al Departament de Comunicació de la Universitat d'Avinyó. Però el seu objectiu estava més centrat en l'impacte en els visitants de la RV com a estratègia comunicativa –analitzava la transmissió de coneixement per via visual– que no pas en establir una base teòrica de l'ús de la RV en Arqueologia. Un altre projecte de recerca que podem incloure en aquest sector més humanista és el que va realitzar Joy Podgorny (Podgorny, 2004) des de les Ciències Socials. Per en el seu Màster va dissenyar i implementar una aplicació de RV i va avaluar-ne l'efectivitat en relació amb el nivell de captivament. Malgrat que el veritable objectiu d'aquest projecte era estudiar el treball en equip i que no es tracta d'un

veritable model virtual sinó d'una projecció tridimensional, és rellevant perquè es realitza en el context del museu, intenta comprendre quins factors que influeixen una variable tan esmentada en RV com és la motivació o l'interès i, sobretot, intenta establir una metodologia d'anàlisi. Aquest és exactament el valor que també presenta el treball de Postgrau de Kher Hui NG (NG, 2002) que, malgrat tenir una formació com a dissenyadora computacional, no només va proposar un protocol avaluatiu i es va centrar en l'entorn informal, sinó que va tractar una problemàtica tan essencial per al museu com és la interacció social.

Finalment, cal esmentar dos projectes de recerca (Mosaker, 2001; Tzortzaki, 2001) amb una perspectiva més arqueològica i, per tant, propera a la d'aquesta tesi. És més, Delia Tzortzaki i Lidunn Mosaker tenen una formació, uns objectius i un discurs molt similars als meus, ja que totes dues són arqueòlogues i s'interessen per la manera com es representa el passat en les reconstruccions virtuals i com contribueixen a difondre aquest coneixement al museu. En el primer cas, l'autora considera que el *CAVE* entronca amb la concepció positivista de l'Arqueologia perquè és un sistema semiòtic que, a través de la presentació de models 3D molt acurats, transmet les nocions d'objectivitat, autenticitat i veritat (Tzortzaki, 2001: 248). Per altra banda, Lidunn Mosaker fa una reflexió general sobre com es (re)presenta el passat i toca diversos temes que jo també analitzo en aquest treball, com ara: la problemàtica arqueològica de representar visualment interpretacions no directament verificables; el problema de l'autenticitat (científica i en relació amb els originals); l'associació de les representacions estàtiques de monuments amb l'explicació de la vida al passat; la necessitat de tenir en compte el funcionament de la percepció humana i els sistemes de representació occidentals; el paper de la interactivitat –però interpretada des de l'estètica hermenèutica–; i, finalment, l'origen de la concepció errònia de la RV per part del públic.

Aquesta perspectiva àmplia, que revisa i vincula aspectes relacionats amb la Història, la cognició, la tecnologia, de tipus social i també epistemològics - ontològics, és sorprenentment semblant a la meua pròpia recerca però, al meu entendre, hi ha una diferència bàsica entre ambdues: mentre que ella treballa amb diferents bases teòriques, en funció del tema –la Història com a interpretació, l'estètica hermenèutica– i es fa difícil comprendre el fil argumental que lliga els diferents temes –tot i que també pot ser degut al fet que es tracta d'un simple article i no pas de la seva tesi–, jo intento integrar-los tots en un únic marc teòric i metodològic, la Semiòtica, que aporta coherència general i proporciona eines d'anàlisi. El seu valor és que, actualment, en lloc de pensar quins objectius tenim i llavors dissenyar aplicacions per aconseguir-los, encara ens trobem en la fase de comprendre les característiques de la RV i com es relacionen amb l'eficàcia en l'aprenentatge. Això provoca contradiccions entre els resultats dels estudis i dificulta la integració de totes les evidències en un marc teòric general sobre l'ús de la RV per l'aprenentatge. Un marc necessari per poder emprar adequadament la tecnologia però que els paradigmes anteriors, ni tan sols el Constructivisme, no poden proporcionar perquè no estaven pensats per avaluar l'efectivitat de la tecnologia (Mantovani, 2001: 213). Per aquest motiu crec, com intentaré demostrar al segon volum d'aquesta tesi, que la Semiòtica pot constituir un excel·lent punt de partida, fins que la RV o les TIC en general no construeixin el seu propi paradigma.

I.1.6. Contribució a l'estat de la qüestió

L'aportació principal d'aquesta tesi és la proposta d'un marc teòric i metodològic global per a la integració de la RV en Arqueologia i l'anàlisi d'aquests usos. El context teòric triat –per raons derivades de la pregunta de partida, el context històric en què es formula, la concepció (social) de l'Arqueologia, la funció dels museus i la definició de la pròpia RV– és la comunicació i, per consegüent, l'aproximació semiòtica que se'n deriva. Un enfocament semiòtic permet tres coses:

- Integrar en un discurs coherent les recerques sobre els avantatges i inconvenients de la RV des dels diferents àmbits implicats: percepció, psicologia cognitiva, epistemologia, museografia, pedagogia, etc.
- Aplicar i adaptar la metodologia analítica desenvolupada en altres àmbits, perquè la RV és una forma de representació molt específica, a mig camí entre el llenguatge natural i les imatges i, dins d'aquestes, entre les imatges externes i les internes.
- Obtenir una eina avaluativa per contrastar en el futur aquesta fonamentació teòrica.

Com veurem durant el desenvolupament del text, actualment es poder trobar diverses formes principals d'aproximació a la virtualitat, d'entre les quals destacaria, per la seva proximitat a l'Arqueologia: la filosòfica de Bernard Deloche –una adaptació al museu de la teoria general de Pierre Lévy–; la científica de Joan Anton Barceló; l'ecosistèmica de Maurizio Forte –que darrerament està evolucionant cap a cognitiva–; i, finalment, la social - cognitiva de Barbara Glowczeski. La meua perspectiva es podria considerar comunicativa o, més concretament, semiòtica, i en el seu vessant pragmàtic supera la de Forte perquè demostra que no es pot aplicar directament un marc teòric sense cap base empírica que, en el cas d'una qüestió tan àmplia, pot provenir de diferents dominis de coneixement, com per exemple la psicologia perceptiva i cognitiva, els estudis de públic o la Comunicació audiovisual. En aquest sentit he d'aclarir que el meu marc teòric no ha estat una imposició inicial, sinó que, a partir d'una pregunta concreta –què pot aportar la RV al coneixement de l'Arqueologia a través del museu?–, vaig anar obrint camins d'exploració que després, de manera pràcticament automàtica, es van articular en un marc teòric - metodològic el qual, a més d'oferir eines analítiques aplicables als diferents àmbits involucrats, pel fet de ser general i deduït a posteriori, proporcionava una articulació coherent de totes les informacions.

La següent aportació important d'aquest projecte es pot considerar la conseqüència pràctica del marc teòric i és el fet que proporciona una base racional i explícita per a l'ús científic i divulgatiu de la RV en Arqueologia que abans no existia o, com a molt, es trobava fragmentada en els diferents usos de la tecnologia, però sense que hi hagués una veritable reflexió al darrera. La finalitat d'aquest treball era, després de comprovar si era viable, proposar una base teòrica que fonamentés l'ús de la RV per la divulgació de l'Arqueologia als museus. La tesi planteja com hauria de ser aquest ús en la situació més ideal –partint d'una determinada concepció de la RV, l'Arqueologia i els museus– però proposa unes directrius basades en dades empíriques, extretes a partir dels indicis escampats en diferents àmbits i exemples reals.

Precisament, una altra aportació de la tesi és que permet comprendre la utilitat de la RV per la divulgació de l'Arqueologia en totes les seves dimensions, gràcies a la integració de les inferències obtingudes a partir de la informació rellevant sobre cada aspecte analitzat i la seva "contrastació" empírica amb l'ajut dels estudis experimentals o les avaluacions *in situ* que han examinat alguna de les afirmacions teòriques realitzades. Per tant, la persona interessada a trobar respostes concretes sobre els avantatges i inconvenients reals de l'ús de la RV des d'una perspectiva específica, podrà adreçar-se als capítols del segon volum. L'únic inconvenient és que, com que he adoptat una perspectiva transversal, no s'aprofundeix completament en un tema; però, en contrapartida, s'obren noves vies de recerca en tots i cadascun dels àmbits implicats en l'ús de la RV com a eina de divulgació als museus arqueològics. Així doncs, com ja he esmentat anteriorment, alhora hi ha una part de revisió –de l'àmbit de coneixement original– i una part d'innovació –la de la transferència cap a la RV.

Una altra contribució d'aquest projecte té a veure amb la definició de RV. L'establiment de la base conceptual des de la qual partia la recerca obligava a definir el concepte de RV, però la necessitat superar la concepció estrictament tecnològica, que limita les seves aplicacions i dificulta la seva definició, va portar a transcendir la simple "declaració de principis" i a construir una veritable anàlisi en profunditat de la complexitat del concepte i les causes que han portat a la confusió actual. Precisament, Jonathan Steuer (Steuer, 1995) posa en relleu la necessitat de construir un marc teòric que entengui la RV com una experiència i no pas com a presència o absència d'un aparell, perquè d'aquesta manera es pot integrar la variabilitat, comparar les semblances i diferències dels diversos sistemes i relacionar-la amb altres mitjans de comunicació. Jo afegiria que també permet integrar els usos possibles i justificar-los, fonamentar-los des d'un punt de vista teòric. Aquesta és la intenció d'aquest treball, que proposa la comunicació com a premissa i la semiòtica com a metodologia de reflexió. Per tant, a més d'una crítica als usos actuals de la RV en les disciplines d'Humanitats, aquest capítol constitueix una veritable reflexió sobre què és la RV i què pot aportar realment a l'Arqueologia, si se n'aprofita tot el potencial.

Finalment, el treball escrit també constitueix un testimoni del meu procés de formació doctoral i, més concretament, de l'evolució del meu aprenentatge, amb l'aprofundiment en la comprensió dels diferents àmbits implicats que, en alguns casos, m'eren pràcticament desconeguts, fins a poder proposar la utilitat de la RV des de cadascuna de les perspectives. És per aquest motiu que un treball de recerca d'aquestes dimensions, que es realitza al llarg de diversos anys d'investigacions i de maduració personal, pot patir, malgrat la ferma voluntat d'evitar-ho, d'una certa manca de coherència i homogeneïtat general. A fi de comptes, aquest text té com a veritable finalitat demostrar el nivell de coneixements i la competència metodològica assolida en una especialitat científica, i la veritable aportació a la comunitat acadèmica internacional es realitzarà, havent pres nota de la seva avaluació, a través de les publicacions que se'n derivin.

I.1.7. Perspectives futures

En aquest moment ja es poden avançar algunes de les vies per millorar l'aportació d'aquest treball al panorama d'investigació internacional sobre aquest tema. En primer lloc, com que vaig adoptar una perspectiva transversal, he aprofundit poc en els

diferents àmbits tractats. Per tant, cal seguir investigant independentment en cadascun d'ells, a través d'una recerca bibliogràfica més exhaustiva i que inclogui més casos pràctics. Tanmateix, això s'escapa de l'abast d'una persona sola. Els projectes futurs han d'adoptar un enfocament més específic però això no significa que no hagi de ser multidisciplinari. Precisament, l'inconvenient que ha patit la present investigació és que, atès el nivell general actual de coneixements científics i la connexió natural entre tots ells, una única persona no pot acomplir adequadament una tasca de recerca científica. I el mateix problema caracteritza les recerques actuals en aquest àmbit específic: conversant amb investigadors/es nacionals i estrangers/eres hem coincidit en la necessitat d'asseure a la mateixa taula especialistes de diverses disciplines que plantegin les preguntes fonamentals sobre la RV i integrin els seus coneixements i punts de vista per resoldre-les. Per tant, ara és el moment d'abandonar les recerques aïllades i iniciar projectes conjunts d'abast internacional.

Una altra necessitat, específica d'aquest treball, és comprovar la concepció sobre l'Arqueologia i la RV que ha determinat el projecte, a través d'un cas d'estudi específicament dissenyat. Aquesta demanda és deguda no només al fet que s'ha realitzat una proposta específica i totes les conclusions s'ha basat en ella sense saber si realment funciona o no, sinó també al fet que, en qualsevol cas, s'han extrapolat els resultats d'altres avaluacions que no coincidien exactament amb l'aplicació i el context que es volien analitzar. Tanmateix, aquest corpus empíric proporciona una base a partir de la qual detectar els problemes –aparents contradiccions entre resultats, buits en la recerca– i aprendre de les lliçons per construir una metodologia adequada.

Tot plegat perquè l'objectiu a llarg termini segueix essent construir una base teòrica i metodològica –analítica i avaluativa– de l'ús de la RV en Arqueologia.

1.2. Epistemologia i funció de l'Arqueologia

1.2.1. Introducció

A continuació segueixen tres grans capítols, que corresponen als tres pilars essencials d'aquest treball de recerca i presenten les concepcions que fonamenten i justifiquen el seu desenvolupament i les seves aportacions. El primer capítol està dedicat a l'Arqueologia i està format per dues parts, una destinada a classificar-la des del punt de vista epistemològic i una altra a parlar de la seva funció social. El segon capítol està dedicat als museus i, més concretament, a la funció de l'exposició com a transmissora del coneixement arqueològic. Finalment, el tercer capítol presenta una definició de la RV que, per tal de superar les limitacions de la tradicional definició tecnològica i comprendre la seva ambigüïtat, intenta aproximar-se al concepte a través de vectors representatius de tots els elements que formen part de l'univers semàntic del concepte. Moltes de les afirmacions posteriors i la pròpia direcció de la investigació estan guiades per les meves concepcions sobre aquests tres àmbits, les quals han estat construïdes a partir de la meva pròpia formació universitària i, posteriorment, la cerca bibliogràfica associada a la tesi. Així doncs, les idees exposades a continuació permeten de comprendre i justifiquen el conjunt de procediments i de conclusions relacionats amb la solució a la qüestió de partida: què pot aportar la RV a la difusió de l'Arqueologia?

El propòsit d'aquest primer capítol és definir que és l'Arqueologia i parteix de la premissa que el concepte –i la pròpia pràctica– està format per dos vessants interrelacionats: un d'intern, que correspon a l'epistemologia; i un d'extern, que correspon a la relació amb la societat. Per definir l'Arqueologia des del punt de vista epistemològic cal, en primer lloc, situar-la en l'univers epistemològic, la qual cosa equival a parlar, a nivell general, de la dicotomia entre Ciències i Lletres i, a un segon nivell, de la relació amb les disciplines properes, concretament les Ciències Socials, les Humanitats i, finalment, la Història. El segon pas per la definició epistemològica és precisar les característiques bàsiques, el funcionament, de la pròpia Arqueologia.

Pel que fa a la realització d'aquest capítol pròpiament dita, es va basar en una contrastació bibliogràfica de les pròpies concepcions, a través de llibres i apunts que presentessin les idees adquirides durant meua la formació acadèmica i el seu origen, o bé que m'ajudessin a criticar-les i a justificar les meves discrepàncies. Per exemple, per establir que les disciplines històriques són un tipus concret de Ciència, vaig agafar llibres sobre Filosofia de la Ciència i apunts d'assignatures universitàries relacionades amb aquest tema que expliquessin les característiques bàsiques del coneixement científic, i seguidament vaig comparar-les amb les de les Ciències Històriques i més concretament l'Arqueologia. Pel que fa a la relació amb les disciplines properes, especialment la Història, vaig llegir principalment sobre Filosofia de la Història. Finalment, per caracteritzar el funcionament de l'Arqueologia, vaig recollir les publicacions d'autors i autores que han tractat específicament aquest tema des de dins de l'Arqueologia, però també vaig recórrer a informacions externes, provinents del món de les Matemàtiques i les Ciències Empíriques, perquè la meua proposta s'allunya una mica de les concepcions tradicionals que han intervingut en el debat intern de la disciplina i han portat a les seves característiques actuals. Així doncs, he dedicat molt d'esforç a la distinció entre Ciències i Lletres per dos motius: el primer, perquè, prenent com a referència la meua pròpia formació acadèmica, crec que és on hi ha més problemes i, a més, es tracta del nivell més bàsic i, per tant, té implicacions per a la resta de qüestions que se'n deriven; el segon, perquè conté conceptes que després seran necessaris per desenvolupar la meua proposta.

Cal dir que la concepció que es presenta aquí no és definitiva ni està acabada, sinó que espera futures recerques personals i alienes per al seu desenvolupament i la seva verificació. Sobretot perquè la concepció expressada consisteix en una “deconstrucció” d'algunes idees rebudes durant la formació acadèmica més que no pas en una construcció de teoria pròpiament dita. Per tant, parteix d'aquesta base i de les recerques personals posteriors –dins i sobretot fora de l'Arqueologia– per comprovar d'on han sortir les idees i on es troben els errors. En alguns punts, com ara el funcionament del món i, concretament, de les societats humanes, he arribat a una conclusió perquè crec que és coneixement prou ben comprovat; però no s'ha assolit aquest punt en el cas del funcionament de l'Arqueologia. A grans trets, tinc algunes idees sobre com hauria de ser, però manca tota la feina de construcció detallada des de la base i després comprovar si funciona o no.

Naturalment, això constitueix una trava per la seva crítica perquè el debat queda reduït a una qüestió d'èmfasi i llenguatge i, per tant, sense possibilitat pràctica de resoldre les dissensions. Així doncs, no es pot negar la seva validesa fins que no verifiquem a la realitat si el meu punt de vista –una integració de la majoria de corrents anteriors– és viable. Per altra banda, encara estic reflexionant sobre molts punts concrets

i per aquest motiu potser hi ha inconsistències, punts poc clars o poc desenvolupats perquè hi ha diversos elements involucrats que cal explorar. En qualsevol dels dos casos, és una tasca que s'escapa de l'objectiu del present projecte i, més concretament, d'aquesta part del treball. Però si s'ha plantejat amb totes aquestes característiques és perquè pretenc que sigui una base per al desenvolupament de futures recerques.

I.2.2. Situació epistemològica de l'Arqueologia

I.2.2.1. El debat Ciències / Lletres

La presència d'un apartat dedicat a la definició de la Ciència es justifica pel fet que la distinció realitzada des de les disciplines històriques de què és i què no és coneixement científic s'ha basat en una dicotomia que separa les Ciències i les Lletres o, en altres paraules, el paradigma experimental i el paradigma indicial (Ginzburg, 1999), a partir d'una concepció tradicional –comença al s. XVIII i queda definitivament fixada al XIX– i, per tant, antiquada o limitada de què és Ciència i això afecta la definició d'Arqueologia.

Per entendre aquesta idea, començaré establint, a grans trets, quatre grans etapes en la formació de l'Arqueologia com a instrument de coneixement:

- En realitat, l'Arqueologia volia ser científica des dels orígens: primer s'oposa al folklore i l'antiquarisme; i, al s. XVIII, seguint els corrents filosòfics i socials del moment sobre la ciència i el coneixement del món –el debat entre empirisme i racionalisme, Galileu, Newton i el rebuig a l'obscurantisme religiós–, propugna la necessitat de separar les creences de les dades (Hodder, 1999: 1).
- Arqueologia històrico - cultural. El punt central d'aquesta Arqueologia que al llarg del text apareixerà sota el nom de “tradicional” és la recerca de dades per obtenir una reconstrucció fiable i precisa del passat. Dins d'aquest grup, Vere Gordon Childe representaria la transició cap a la tercera etapa –des d'un punt de vista intel·lectual més que no pas cronològic–, ja que és el primer a interessar-se per l'explicació de l'evolució de les cultures. Ell és qui formula la “teoria del canvi cultural”.
- La frontissa entre l'Arqueologia de principis de segle i el que es farà després es pot situar en el descobriment del C14 com a tècnica de datació. L'objectiu d'aquests investigadors és transformar l'Arqueologia en una font de coneixement fiable i, d'acord amb el pensament occidental, la manera de fer-ho és dotant la disciplina d'una estructura científica. Aquests autors no neguen la presència de formes científiques en l'Arqueologia precedent, però consideren que el mètode emprat –l' “inductivisme ingenu”, segons Chalmers (Chalmers, 1987)– no s'adiu al veritable procediment científic. Partint del positivisme i el materialisme, aquests teòrics propugnen una transformació tant metodològica –l'objectiu és la formulació i contrastació de les lleis generals subjacents al medi físic i cultural– com formal –l'explicitació del procés hipotètic - deductiu seguit per l'investigador/a. Així doncs, a finals dels anys 50 i principis dels 60 és quan es fixa la concepció d'una Arqueologia científica. Un cop establerta aquesta premissa, es desenvolupen, a costat de les concepcions “nomotètiques”, diverses

opcions teòrico – metodològiques, com ara la teoria de sistemes, el processualisme i, finalment, el marxisme, a partir de les quals es desenvoluparan noves maneres de fer Arqueologia. La de més empenta es produeix en el món anglo-saxó: és el que es coneix amb el nom de “*New Archaeology*” i que, impulsada per L. R. Binford, aplica les noves concepcions de forma pràctica, amb la intenció de construir una metodologia adequada a la nova definició de la disciplina i del seu objecte d'estudi, el registre arqueològic.

- A partir dels anys 70 es produeix una revisió de les bases teòriques de l'Arqueologia establertes durant la dècada anterior. Apareixen noves “escoles”, com l'estructuralista o els impulsors de la Teoria Crítica. Les postures marxistes evolucionen cap a un “neo-marxisme” d'influència estructuralista, que insistirà en què no s'ha d'assumir la subordinació de l'estructura ideològica a la base econòmica de la societat i posarà èmfasi en la significació de la ideologia per a l'explicació del canvi en les societats del passat. La perspectiva processual - funcionalista és criticada des de diverses perspectives: tenim com a exemple les publicacions de Kent Flannery i, ja en els anys 80, Ian Hodder o Michael Shanks i Christopher Tilley. Aquests autors ataquen frontalment els principis fonamentals de l'Arqueologia anterior perquè posen en dubte la possibilitat d'obtenir lleis universals i, fins i tot, per influència de Popper i Nietzsche, l'existència d'un coneixement objectiu real. D'altra banda, el contextualisme, propugnarà una nova lectura del registre arqueològic per tal d'assolir el coneixement del simbolisme, la societat i l'individu en les societats del passat. Com ja van fer els nomotètics en el seu moment, no es nega la científicitat de l'Arqueologia anterior, sinó que es proposa una nova concepció de la Ciència que, en el fons, ve de la crisi del pensament occidental –eminentment cartesià– reflectida pel pensament postmodern. La darrera contribució a la construcció –o “deconstrucció”– de l'Arqueologia se situa en la dècada present i porta a l'extrem la línia iniciada per Ian Hodder, tot recollint i depurant les idees filosòfiques i socials del postmodernisme. Provenent de la influència marxista, una aportació molt important d'aquesta nova tendència és, més enllà de la simple divulgació, la del paper social de l'Arqueologia en el present.

El punt clau de la concepció actual de l'Arqueologia es troba en un nucli ideològic que s'ha transmès inalterat des de la seva creació fins ara. Els orígens filosòfics de la disciplina, als s. XVIII i XIX, estan marcats per la seva voluntat d'allunyar-se de les pures creences (religioses) que, segons els defensors de les concepcions il·lustrades, generen obscurantisme i allunyaven del veritable coneixement del món. Posteriorment, la contraposició entre el paradigma indicial (Ginzburg, 1999) i la definició de Ciència, que es consoliden en aquest moment, fixen la separació entre allò que és coneixement científic, objectiu, veritable i allò que no ho és. La tesi que defensa Carlo Ginzburg (Ginzburg, 1999: 144) és que

“... hacia fines del s. XIX, y con más precisión en la década de 1970-80, comenzó a afirmarse en las ciencias humanas un paradigma de indicios que tenía como base, precisamente, la sintomatología, aunque sus raíces fueran mucho más antiguas.”

Des de la Prehistòria, passant per Mesopotàmia fins a arribar a la Grècia clàssica, es forma un paradigma que es basa en la interpretació d'indicis empírics per tal de reconstruir un fenomen real, i aquesta reconstrucció normalment pren la forma de

narrativa (Ginzburg, 1999: 146). Segons Plató aquest conjunt de sabers conjecturals i humans s'oposa al coneixement del món, immediat i diví; aquesta idea s'anirà desenvolupant al llarg de la història del pensament, fins que Galileu separarà definitivament els dos tipus de paradigma: l'indicial, caracteritzat pel fet de ser qualitatiu, individualitzant i inductiu; i l'experimental, caracteritzat pel fet de ser quantitatiu, generalitzador i deductiu (Ginzburg, 1999: 147). La Història es situa dins el primer grup perquè, a diferència de la crítica textual –per raons epistemològiques– o de la medicina –per raons de prestigi social– no pot afegir-se al grup de les disciplines científiques a causa del fet que durant el transcurs del s. XVII incorpora els mètodes de l'antiquarisme, que introdueix el vessant descriptiu, artístic i particular (Ginzburg, 1999: 148) i, per tant, l'allunya de la voluntat de trobar lleis per explicar els grans fenòmens objectius, és a dir, externs, independents de l'ésser humà i els seus sistemes de creences.

Després d'haver-se fixat (Ginzburg, 1999: 157) aquesta separació al s. XIX, l'Arqueologia farà diversos intents d'apropar-se al selecte grup de disciplines científiques intentant imitar les seves característiques. Això limitarà l'Arqueologia a la descripció del registre i la Història, a la simple ordenació de fets, sense pensar que aquestes activitats mateixes ja estan esbiaixades, és a dir, no són objectives. Tal concepció positivista - empirista del món i del coneixement humà es transmet al llarg del temps i és present a totes les fases del desenvolupament del pensament arqueològic, fins que a partir dels anys 50 s'explicita i s'acaba de consolidar. Per aquest motiu, les primeres aplicacions computacionals tenen a veure pura i simplement amb la codificació i gestió de dades (Hodder, 1999: 2). I això també és visible en la crítica al coneixement científic pròpiament dit realitzada en la darrera etapa. Els autors que (encara) s'emparen en aquesta premissa –com per exemple, Alain Gallay (Gallay, 2002)– parteixen, en primer lloc, d'una concepció de la Ciència newtoniana a la base, reforçada per la Concepció Heretada del Cercle de Viena¹¹, i posteriorment introduïda o relacionada amb l'Arqueologia a través de Hempel; i, en segon lloc, no tenen en compte el desenvolupament actual del debat epistemològic –Caos, Teoria de Cordes, etc. Per tot això oposen el coneixement objectiu i experimental i l'existència de lleis universals, a la interpretació dels objectes arqueològics –impossible de verificar perquè els processos que els van produir ja han passat–, la subjectivitat i la singularitat dels processos descrits.

Aquesta contraposició presenta diversos errors conceptuals i és per aquest motiu que a continuació farà un repàs de què és actualment la Ciència i quines són les concepcions errònies o limitades sobre aquesta que han portat a afirmar que la Història/Arqueologia mai no serà científica i a situar-la en l'àmbit de les Ciències Socials o, més recentment, les Humanitats. En realitat, aquesta no és una situació exclusiva de les disciplines històriques, sinó que, tal com afirma Juan de Dios Ruano (Ruano, 1997), la concepció determinista de la Física també va influir en les Ciències Socials i va generar una concepció en la qual l'estructura social es considerava el vessant descriptiu de la societat i el canvi social consistia en la cerca de les lleis que dirigeixen la seva evolució.

¹¹ Correspon a una de les principals tendències del positivisme lògic, que considerava que el mètode científic diferia d'altres tipus de pensament i, pel que a nosaltres ens interessa, destacava tres característiques (Hodder, 1999: 24). La primera, que és objectiu, entès aquest adjectiu com a sinònim d'independència respecte a qüestions personals, culturals, polítiques o metafísiques. Per tant, allò que justifica la validesa d'una explicació és la consistència lògica de la teoria perquè les observacions i les teories són diferents i independents. La segona característica és que només es pot parlar d'allò observable. En tercer lloc, que només hi ha una manera de fer Ciència, la qual és aplicable a tots els àmbits de coneixement.

En Ciències Naturals s'està produint de fa uns anys el canvi de paradigma des del mecanicisme clàssic cap a la concepció complexa o quàntica, però el primer encara influeix poderosament les Ciències Socials (Grace, 1991).

Comencem per **l'objectivitat**. Segons la Concepció Heretada, la Ciència implica una separació entre observador/a i observat que se suposa que garanteix la validesa dels resultats de la recerca. És més, les observacions empíriques s'acumulen i porten a substituir les teories. Aquesta idea és falsa tant si es mira des del punt de vista estrictament científic, com des de l'humà. En el primer cas, no és cert que les observacions siguin objectives: l'evidència està "contaminada" per la teoria perquè la observació científica només és possible en el context de pressuposicions teòriques concretes (Estany, 1993). D'aquesta manera, si les teories científiques canvien, també canviaran les evidències que serveixen per demostrar-les i això comporta un relativisme científic que, fins ara, semblava que només les disciplines "de Lletres" estaven condemnades a patir¹². I, més encara, si les teories canvien, també canvia l'estructura del món –de l'univers i del nostre entorn social, cultural, filosòfic, simbòlic– perquè ens és impossible copsar-lo tal com és independentment de nosaltres. L'exemple més clar és l'evolució que porta de la concepció clàssica de l'univers a la quàntica, passant per Descartes, Newton i Einstein.

Des del punt de vista humà, la manca total d'interferència de la persona és inassolible perquè aquesta planteja i controla tot el procés de recerca i, conseqüentment, no es poden evitar els condicionants biològics, culturals, psicològics i contextuals que caracteritzen cada persona. No es pot deixar de ser humà. Ni tampoc és desitjable perquè això és el que veritablement enriqueix la recerca. Mirem-nos-ho des d'un altre punt de vista. El substantiu "objectivitat" conté dues idees bàsiques: d'una banda, la consideració que els objectes constitueixen el centre de l'atenció del procés intel·lectual que s'està duent a terme; de l'altra, es pot portar una mica més enllà aquesta premissa i entendre que, atès que el món extern focalitza l'interès, s'han de deixar de banda les reflexions, sentiments, etc. de l'observador que no estiguin basats en les informacions que es poden obtenir directament del primer. Això significa que, perquè es pugui considerar "objectiu", aquest tipus de coneixement ha de ser essencialment empíric –en contraposició a purament reflexiu (literari, filosòfic, artístic)–, i no pas que hem d'eliminar la nostra intervenció. Així doncs, més que parlar d'objectivitat com a sinònim de manca d'intervenció de la persona, cal entendre-la com a referència a la importància central dels objectes en tant que fi o mitjà d'estudi –una consideració òbvia, per altra banda–; a la necessitat de fonamentar les afirmacions en una base empírica; i, sobretot, a l'estandardització i conseqüent possibilitat de repetició de la metodologia d'anàlisi.

Això no obstant, seria un error considerar que l'objectivitat relacionada amb l'empíria significa que **només es pot parlar d'allò observable**, perquè llavors les Matemàtiques i el seu rol fonamental en el desenvolupament de la majoria de Ciències Naturals desapareixerien: les construccions teòriques es troben a la base de totes les explicacions científiques i, sobretot, ajuden al desenvolupament del coneixement humà perquè moltes vegades la teoria (matemàtica) preveu una cosa que no es pot comprovar empíricament fins que no hi ha aparells d'observació o mesura prou evolucionats. A més, actualment, s'accepten (momentàniament) explicacions que no són encara

¹² En Arqueologia això encara és més evident perquè nosaltres, des del present, dotem de significat uns objectes que es troben en fase d'abandonament i sotmesos a processos postdeposicionals.

comprovables però que són consistents amb altres afirmacions o han estat predites per una teoria de fiabilitat demostrada. Per això es podria considerar que la Física està limitada pel positivisme, mentre que les Matemàtiques no tenen aquest problema i d'aquí que hagi pogut desenvolupar branques completes de coneixement vàlid sobre una conjectura, com en el cas del Teorema de Fermat. Per altra banda, fins i tot la Física ha acabat integrant la incertesa com a cosa inevitable i necessària, a través de la probabilitat, com en el cas de la Mecànica Quàntica.

Des d'aquest punt de vista, la separació entre Ciència i Arqueologia no és tan clara: s'ha demostrat que fins i tot la simple observació modifica les mesures i que algunes parts del procés de recerca arqueològica admeten l'experimentació (Hodder, 1999: 26). Un altre exemple és el fet que la Teoria de Rang Mitjà proposada per Lewis Binford emprà un procediment hermenèutic –ja que les dades estan influïdes per la teoria i alhora serveixen per recolzar-la– i les Ciències Naturals també el fan servir moltes vegades, per exemple, en alguns models analògics de l'Astrofísica que, com que de vegades no pot verificar experimentalment o observar directament, es basa en aquest mateix raonament circular (Hodder, 1999: 28). La principal diferència és que en Ciències Naturals hem aconseguit simplificar els fenòmens naturals a través d'un mecanicisme que aparentment funciona però, en el cas de les societats humanes, com que ens coneixem millor perquè tenim un punt de vista més proper i també més interessos per controlar el món, no podem acceptar les simplificacions en lleis universals perquè les excepcions se'ns fan massa evidents.

La capacitat de l'**experimentació** per mostrar la veracitat de les explicacions també ha estat posada en dubte. Günter Ludwig (Wagensberg, 1986: 41-51) considera que les ciències experimentals no són altra cosa que artesanía humana, que estem fent parlar la realitat com nosaltres volem però no com és realment, perquè l'experimentació passa per la reproductibilitat de l'esdeveniment, però això no succeeix en la natura: cada fet és únic. A més, si fem servir les condicions de laboratori per garantir la reproductibilitat, ja no estem comprovant realment una llei natural, sinó la nostra capacitat artesanal, és a dir, de fer experiments. Per altra banda, els experiments són molt limitats perquè només actuen sobre fenòmens molt concrets i no sobre macrosistemes. En conclusió, no estem analitzant realment la natura sinó les nostres produccions; o bé fem simulacions computacionals, però llavors es basen en un principi d'analogia. L'ideal, seria poder observar la natura per ella mateixa sense intervenir-hi. Però fins i tot això és impossible: l'observació mateixa ja implica desvirtuar la realitat perquè, com deia Immanuel Kant, hi imposem les nostres pròpies coordenades espàcio - temporals.

Com a conseqüència de la Teoria de la Relativitat, Karl Popper (Popper, 1996) també va posar en dubte la **capacitat de predicció** de les lleis científiques. Aquí també hi ha un error de concepció perquè, en realitat, la predicció no és l'objectiu de la Ciència sinó un operador necessari per assolir l'explicació de la complexitat, que és la veritable finalitat. Per altra banda, tenint en compte que l'univers pot ser, o no, caòtic –i per tant imprevisible–, però que, en qualsevol cas, no coneixem tots els estats de totes les partícules que formen l'univers –tal com suggeria Pierre Laplace– i que les nostres mesures mai no seran totalment exactes, ens trobem que és impossible fer prediccions: només podem fer retrodiccions perquè, mentre que el futur està obert, el passat sí que està realment determinat per allò que ha succeït. Des del punt de vista filosòfic, això significa que la Història, en lloc de ser la ciència desafortunada, compta amb un avantatge de partida perquè precisament es dedica a estudiar processos que ja s'han

produït i, per tant, en els quals han actuat totes les variables que havien d'intervenir. Així doncs, el gran avantatge de les ciències que tenen a veure amb el passat és que l'atzar no és ontològic sinó epistemològic. L'únic problema és que aquest tipus de retrodicció és vàlida només per als casos concrets i no es pot universalitzar.

Així mateix, acceptar el **positivisme** lògic com a única forma de coneixement del món és un error. I també ho és pensar que només la Ciència posseeix aquestes característiques. L'Arqueologia no pot ser una ciència positivista perquè no pot observar directament els fenòmens que ja han passat o que no es poden reproduir físicament. En canvi, és una disciplina essencialment materialista perquè, tant si considerem que el seu objectiu és el coneixement del passat com del present, es basa en elements materials i en fenòmens que es manifesten físicament. Des d'aquest punt de vista, res no impedeix que l'Arqueologia sigui científica perquè els fenòmens que estudia generen conseqüències empíriques directament observables –el problema és que no es pot realitzar una verificació experimental– però també demostra que plantejar-ho així evidencia una concepció molt simplista de la Ciència.

Una altra qüestió debatuda és l'**existència de lleis universals**. Després dels intents de formalització directa realitzats per diversos autors durant els anys 50 i 60 –per exemple, (Binford, 1962; Chalmers, 1987; Fritz i Plog, 1970; Hempel, 1979; Watson, Leblanc *et al.*, 1974)–, s'ha afirmat que les lleis universals no són vàlides per a les societats humanes i/o per al registre arqueològic. Certament, perquè s'agafava la noció de llei pròpia de la Física o l'Astronomia, que està caracteritzada pel fet d'expressar regularitats, ser universals i també necessàries. Però després s'ha vist¹³ –amb l'intent d'unificació general, i la Mecànica Quàntica– que aquest tipus de lleis deterministes que no funcionen ni per a la Física: les lleis mecàniques són una simplificació aparentment vàlida perquè a nivell “macro” l'univers sembla determinista, però a una escala menor¹⁴ les lleis probabilistes descriuen millor els fenòmens observats. En realitat, aquest és un debat que encara avui dia no s'ha tancat, com demostren la trobada de Figueres sobre si l'univers és determinista o caòtic (Wagensberg, 1986) i les recerques més recents sobre Teoria de Cordes, en què Matemàtiques i Física, que normalment van de bracet, s'han trobat oposades. El problema no és de les lleis en Arqueologia. Ni tan sols en Ciències Naturals. El problema és si aquest atzar és ontològic o epistemològic i es tracta d'una qüestió que encara no s'ha resolt però s'han proposat diferents solucions en defensa de l'epistemològic: que hi ha veritats ocultes que no es poden veure o encara no han estat detectades –però es va descartar experimentalment a través de la interpretació estàndard–; o bé, que tots els resultats possibles es produeixen en tot un conjunt d'universos alternatius, però això no s'ha pogut demostrar.

¹³ Aquesta crítica és fins i tot anterior a Popper: al s. XVII, pensadors com Berkeley o Hume van oposar-se intuïtivament al cartesianisme i l'inductivisme.

¹⁴ Un exemple clàssic del fet que ni l'univers funciona segons la determinista mecànica newtoniana és el “problema dels tres cossos” (López de Lacalle, 2000). Henri Poincaré va estudiar aquesta qüestió i va adonar-se que en molts casos les estimacions científiques sobre l'òrbita d'un planeta o d'un asteroide eren prou aproximades –normalment es calculen a través de les lleis de Newton i s'afegeix un valor corrector que compensi l'atracció del tercer element–; però, sota certes condicions, les petites condicions començaven a acumular-se i es retroalimentaven de manera que el cos celest podia modificar la seva òrbita o, fins i tot, ser expulsat fora del sistema solar. Això demostra que els planetes no poden ser tractats com a entitats independents. El funcionament de l'univers no equival a la suma de les parts, sinó que és un sistema complex amb relacions no lineals.

En qualsevol cas, John S. Bell va demostrar el 1960 que el que és determinista (potser) no és el món sinó la nostra descripció d'aquest: els fenòmens observats es poden considerar previsibles si els aïllem i simplifiquem; però si volem augmentar la precisió, llavors apareix l'estocàstica. Actualment, es pot dir que el fet que un sistema sembli més caòtic o més harmònic depèn de la proximitat, del nivell de detall. Per exemple, els sistemes planetaris semblen totalment conformes a les lleis físiques deterministes perquè només veiem una petita part del fenomen; en canvi, els ecosistemes terrestres o el clima segueixen algunes lleis però costa més ajustar-los a models perquè com que els veiem de més a prop, tenim més consciència de totes les variables que hi intervenen. Precisament, Bart Kosko, autor de la lògica borrosa afirma que com més de prop es mira un problema en el món real, és a dir, com més informació es posseeix, més borrosa es torna la seva solució [(Kosko, 1995: 147), citat a (López de Lacalle, 2000; Ruano, 1997)]. Això arriba al seu màxim amb les societats humanes perquè l'observador/a hi està immers/a i, sobretot, amb la Història, perquè, a més, realitza una aproximació diacrònica i no pas puntual.

En aquests darrers casos, em sembla que un model més complex ajuda millor a descriure / explicar el món. Per això es van adoptar els sistemes no lineals i la majoria d'autors que tracten el tema després de Hempel ja parlen de llei probabilista com a sortida al problema del determinisme universal en Arqueologia. Deia Ilya Prigogone (Wagensberg, 1986: 186):

“La visión clásica del mundo descansaba en la idea de que racionalidad y realidad eran una misma cosa. Sólo lo racional es real y sólo existe una realidad racional. Hoy vemos un mundo pluralista, un mundo de inestabilidades y lleno de posibles realizaciones. Debemos empezar a pensar en una forma no lineal, debemos comprender que el mundo es mucho más rico que cualquiera de las posibilidades en las que nos ha tocado vivir. No creo que sea casualidad el hecho de que los conflictos que sufrimos actualmente ya no se refieran tanto a territorios o recursos económicos sino a las ideologías, auténticas armas de una bifurcación, muchas de las cuales son herencias obsoletas del siglo pasado”.

Per altra banda, el positivisme lògic ha fet oblidar que les lleis són una abstracció teòrica i per això no tenen per què ajustar-se completament a les dades: el seu objectiu són les relacions internes i es validen per la seva consistència lògica (Read, 1990: 55). La vinculació amb la realitat, la impressió d'exactitud que transmeten és deguda a alguns punts de contacte isomòrfic (Read, 1990: 32). El propi Karl Popper (Popper, 1996) afirmava que

“Son redes racionales hechas por nosotros mismos, y no deben confundirse con una representación completa del mundo real en todos sus aspectos, ni siquiera aunque tengan un gran éxito, ni siquiera aunque parezcan producir excelentes aproximaciones a la realidad.”.

Per tant, resulta que només les Matemàtiques són capaces de proposar conceptes universals perquè no tenen cap vinculació empírica. Nosaltres creïem que les branques de coneixement antropològiques tenien un problema perquè no eren capaces de fer lleis universals i predictores, quan, a l'hora de la veritat, eren les úniques que es resistien a ser mecanitzades o simplificades (Ruano, 1997). De manera que, certament, tenen unes característiques que impedeixen fer-les científiques però, en canvi, les apropa a la “realitat” del món, que és, precisament, el que cerca la Ciència. Molt probablement, un extraterrestre que ens observés sí seria capaç de proposar models explicatius perquè en

augmentar la perspectiva, disminueix el nivell de detall i sembla que tot quadra més i, per tant, que podem realment “fer Ciència” en el sentit positivista estricte, és a dir, formulant lleis deterministes que, en el fons, no són sinó una simplificació dels fenòmens físics reals. El pretès objectivisme provoca una fal·làcia perquè pretenent allunyar-nos al màxim de les dades per garantir la validesa del coneixement, produïm explicacions que no són ajustades al funcionament del món. El problema és haver confós el nivell teòric i l'empíric: les Matemàtiques són una cosa i la Física, una altra.

Vegem ara què passa amb les **estratègies de raonament**. L'error en què han caigut la majoria d'autors que han parlat d'epistemologia arqueològica des de Hempel fins a Hodder és separar inducció i deducció i creure que les Ciències “dures” només fan servir la deducció o el mètode hipotètic - deductiu i l'Arqueologia només pot ser inductiva. Per començar, totes dues formen part procediment científic i la seva combinació és necessària per obtenir coneixement fiable. En el raonament deductiu, l'important no és el coneixement sobre el món exterior, sinó la lògica de les relacions entre els elements. Perquè sigui correcta, la conclusió ja està inclosa en les premisses, per aquest motiu, en el fons, no estem proporcionant coneixement nou, sinó establint que l'estructura de raonament és formalment correcta. Però no totes les ciències produeixen formes lògiques. En realitat, només les Matemàtiques i algunes parts de la Física ho poden fer: aquelles que estan desvinculades de la realitat, perquè un sil·logisme pot ser lògicament correcte però aberrant des del punt de vista empíric i viceversa. Per això, quan es tracta d'estudiar el món, normalment es fa servir el mètode de contrastació d'hipòtesis i, per tant, és el que interessaria a l'Arqueologia. Però, malauradament, el raonament empíric és fal·libre perquè conté una part d'argumentació inductiva, en què la veritat de les premisses no garanteix la veritat de les conclusions, sinó que està associada a la probabilitat. El rol d'una hipòtesi empírica és explicar i predir els fenòmens particulars, per tant ha de ser general. El problema és com contrastar-la a partir de fenòmens particulars, perquè pot ser que siguin tots veritat però la hipòtesi sigui falsa. Això és degut a l'asimetria entre les afirmacions universals i les particulars empíriques: les dades de l'experiment ens permeten justificar o deduir enunciats particulars però no universals.

El problema de la inducció s'ha intentat resoldre des de diferents perspectives, com ara la lògica inductiva¹⁵, recorrent a principis metafísics o bé aplicant el càlcul de probabilitats (Estany, 1993: 168). En el primer cas, ja que no podem deduir la hipòtesi lògicament, es pot recórrer a la inferència inductiva, en què la conclusió ja no és una derivació necessària sinó probable perquè nosaltres no podem demostrar l'infinit a partir d'un nombre de casos finits i, per tant, no podem demostrar la intervenció d'una altra hipòtesi contradictòria. Per això parlem de “confirmació” en comptes de “verificació” d'una hipòtesi (Estany, 1993: 132). Pel que fa a la solució metafísica, va ser proposada per Armstrong en plantejar que les lleis naturals són més que una simple expressió de regularitats: reflecteixen una relació entre universals, de manera que les instàncies o interpretacions són els particulars de la relació existent entre els primers i que se'n deriven mitjançant una connexió de necessitat. Com que els universals, que no poden establir-se *a priori*, estan presents en cada particular, el problema de la inducció es salva perquè es trasllada al plànol metafísic (Estany, 1993: 171). Una altra possibilitat és la que va suggerir Karl Popper en proposar el “mètode falsacionista” (Estany, 1993: 144): atès que no podem realitzar infinites mesures, es tracta de demostrar que no hi ha cap fet

¹⁵ L'Arqueologia s'hauria de situar molt probablement aquí dins.

o enunciat no verificable per la teoria perquè l'existència d'un sol esdeveniment –no pas d'una ocurrència aïllada– ja la refuta. En conclusió, el problema no es troba tant en la contrastació com en la construcció de coneixement en base a teories empíriques generals, perquè aquestes no són veritats *a priori*, sinó que també s'han construït a través d'experiments i, per tant, hi ha un problema de raonament circular. D'aquí es desprèn que la crítica a l'inductivisme és anterior a l'Arqueologia i afecta la pròpia existència de coneixement vàlid sobre el món.

Per altra banda, l'Arqueologia no és únicament inductiva. Aquest tipus de raonament caracteritza algunes parts del procés de recerca, per exemple, quan establim principis generals sobre la cultura material i les societats que és, precisament, on es troben els principals problemes epistemològics de la disciplina. Però és necessari perquè, a diferència del deductiu, que és més segur però no aporta res que no sabéssim abans, és el que ens permet generar coneixement nou que servirà de base per avaluar les noves evidències. El problema és que la validesa d'aquestes lleis es basa en unes condicions heurístiques definides prèviament i en la necessitat d'especificar en quins casos funciona (Barceló, 1995: 256). Per aquest motiu, en Ciències, després s'acostuma a realitzar contrastacions empíriques.

L'Arqueologia també fa servir la deducció (Barceló, 1995: 162-163), quan extreu una propietat interpretativa veritable a partir de dues altres que s'havia demostrat que ho eren. La major part d'interpretacions del registre arqueològic es basen en ella, com per exemple quan datem un jaciment perquè conté un determinat tipus de ceràmica amb una cronologia coneguda. El problema és que la datació de la ceràmica, que és l'afirmació universal s'ha obtingut, com en la resta de la Ciència, inductivament, però s'accepta com a vàlida mentre no es pugui refutar. Per altra banda, el vincle entre antecedent i conseqüent es basa en la noció de “semblança literal” entre les condicions de validesa emprades per definir tots els conceptes; però com que es basen en atributs i es tracta d'objectes diferents, la semblança mai no serà total: com més elements tinguin en comú, major serà el grau de deductivitat i d'aquesta manera podem establir jerarquies de conceptes que intervenen en el procés d'inferència deductiva. Aquest procés de raonament no es restringeix a l'àmbit estricte del registre material, sinó que també es pot aplicar a altres nivells interpretatius, com per exemple en inferències de tipus econòmic, social, etc. El problema és que, en els sistemes complexos, les relacions no són unívokes, sinó que poden estar compartides o bé haver-hi excepcions perquè les persones i les societats no funcionen mecànicament. La solució és fer generalitzacions útils acompanyades d'excepcions i d' “herències múltiples”, és a dir, de la possibilitat que un objecte pugui estar situat en més d'una classe i llavors fer servir quantificadors probabilístics –ja sigui a través de la Teoria de Probabilitats o amb solucions més qualitatives, com ara la Teoria de Conjunts Difosos– per clarificar les atribucions (Barceló, 1995: 166). Finalment, la deducció també s'aplica al procés general de raonament perquè si s'explicita clarament l'estructura del problema i s'ordena deductivament, la validació d'un subproblema ajudarà a la validació del superior fins a arribar a la solució de la problemàtica inicial (Barceló, 1995: 403).

Això no obstant, el tipus de raonament més característic és l'abductiu, que consisteix en l'associació de conceptes interpretatius amb dades empíriques, és a dir, que existeix una correspondència heurística –no validada sintàcticament, com en la deducció, sinó pragmàticament– entre l'estat inicial i el final del problema (Barceló, 1995: 112, 406). En la inferència abductiva existeix un corpus general de coneixements que relaciona

unes evidències materials amb uns conclusions –teoria social històrica, de rang mitjà, etc.– i també tenim unes observacions sobre un cas concret. El seu funcionament es pot veure en els sistemes experts, que busquen a la base de coneixements observacions similars i miren amb quines conclusions estan associades per aplicar-ho a aquest cas concret. Per tant, dues unitats abductivament associades són aquelles entre les quals s’ha establert una relació heurística –és a dir, que no està basada en la naturalesa profunda de les unitats, sinó en un criteri extern establert per l’investigador/a– i, per tant, la connexió no és segura, sinó que l’hem conjeturada sobre la base d’un coneixement general previ. Això és el mateix que es fa en Ciència, però amb la diferència cabdal que, mentre allí es creu en l’existència d’unes lleis naturals externes, aquí el raonament abductiu proposa certes hipòtesis plausibles sobre una situació inicial per tal d’explicar una observació (Barceló, 1995: 149). I cal remarcar la presència de l’expressió “es creu”, perquè per a molts/es científics/ques aquestes lleis no són afirmacions veritables sobre l’essència de la realitat sinó també models per representar-los, amb la qual cosa, la distància entre Arqueologia i Ciència, des d’aquest punt de vista, es difumina.

La qüestió és si l’Arqueologia pot fer servir el mètode de contrastació d’hipòtesis o no. Crec que sí, però no pas tal com ho va plantejar Lewis Binford. Una hipòtesi científica és una afirmació d’un grau de complexitat variable i d’àmbit general que té conseqüències empíriques contrastables sensorialment. Es formula a partir de l’observació i anàlisi més o menys sistemàtica d’unes dades empíriques, que permet extreure patrons o relacions potencials entre elles (Estany, 1993: 117). La contrastació és el procés pel qual es compara una teoria amb els resultats de l’observació. Això no implica que necessàriament hagi de ser una contrastació experimental, com es creu habitualment. Els elements que intervenen en la contrastació són la hipòtesi teòrica, les prediccions particulars que se’n deriven, les condicions inicials i els supòsits auxiliars, que influeixen en l’acompliment de la predicció. Les condicions per una bona contrastació són: la no circularitat –el procés de detecció de la predicció no ha de pressuposar la hipòtesi a demostrar–; que la predicció s’ha de derivar deductivament de les condicions inicials i ha de ser una premissa crucial; i que, a més, ha d’estar lligada a la hipòtesi de manera que la mateixa predicció no es pugui fer a través d’hipòtesis rivals. Podem dir que els plantejaments de Lewis Binford no aconsegueixen cap d’aquestes condicions perquè: queia en la circularitat; va agafar com a teoria general el determinisme ambiental, que era totalment criticable; pretenia obtenir contrastacions per via deductiva i no pas probabilista¹⁶; i no podia demostrar que no hi haguessin intervingut altres causes completament oposades. Tal com diu Joan Anton Barceló (Barceló, 1998b: 35):

“Una de les dificultats més importants de l’Arqueologia empirista és, precisament, la que fa referència a l’ús de les observacions en estat brut per contrastar directament certes

¹⁶ Les hipòtesis estadístiques estan directament relacionades amb els sistemes estocàstics, que són aquells el coneixement de l’estat dels quals en un temps donat implica només el coneixement de la probabilitat de diferents estats possibles en qualsevol temps futur, però no necessàriament en qualsevol altre temps, com passa en els sistemes deterministes (Estany, 1993: 129). Aquests sistemes són els que caracteritzarien les Ciències Històriques perquè no coneixem directament la realitat d’un fenomen social concret en altres temps excepte en el futur, que correspon al nostre present. Les hipòtesis corresponents es basen en paràmetres com la població, els atributs o les quantitats, que tenen valors més o menys precisos en funció de la seva capacitat de ser metrificables, i per acceptar-les intentem provar l’interval en què es troben, sempre que sigui estadísticament significatiu. Malauradament, en aquest cas també apareix l’asimetria entre la refutació, que és deductiva, i l’acceptació, que és inductiva (Estany, 1993: 129).

hipòtesis sense corol·laris observacionals lògicament consistents. Aquesta ha estat una de les principals debilitats de l'enfocament, motivades probablement en la incapacitat de l'empirisme per oferir una resposta adequada a la distinció entre termes observacionals i teòrics, però degudes també al desconeixement de molts professionals de l'Arqueologia de la necessitat de desenvolupar conceptualment les implicacions observacionals de la teoria.”

El principal problema amb què s'enfrontaven els/les membres de la *New Archaeology* era, doncs, que no tenien cap teoria independent en què recolzar-se – l'estaven construint, però a partir de bases errònies, tal com exposa l'article d'Alison Wylie (Wylie, 1994)– i, sobretot, el registre material no podia alhora ser font d'hipòtesis i laboratori alhora. Per aquest motiu, l'Arqueologia ha acabat fent servir hipòtesis heurístiques (Barceló, 1995: 29-30), que es caracteritzen pel fet que no són probables –com en el positivisme– sinó plausibles d'acord amb un cert criteri i permeten reduir l'espai del problema quan es treballa amb dominis de coneixement molt complexos. És a dir, que la informació necessària per resoldre un problema està controlada pel que en sabem prèviament. En Ciències Naturals tot això no cal perquè creuen que existeixen lleis naturals independents.

I, en el cas de l'Arqueologia, l'heurística s'ha acabat convertint en la metodologia final i no pas en un primer pas per estructurar el domini i a partir d'aquí desenvolupar els coneixements i les metodologies. Aquest relativisme només és superable si les preguntes es fan sobre el present, no pas sobre el passat, i si es pregunta per coses que són directament observables al registre. Un exemple seria l'intent de demostrar que el capitalisme no és un sistema que es creï en els temps moderns, sinó que, en realitat, existeix des del II mil·lenni a. C. i ha anat evolucionant al llarg de la Història, com també ho està fent en el moment present (Gunder Frank, 1993; Rowlands, Larsen *et al.*, 1987). Aquesta problemàtica es planteja sobre un procés que encara està en funcionament i a la qual es pot respondre perquè, a partir de la teoria, es poden establir hipòtesis menors sobre quines són les conseqüències materials que s'haurien de trobar al registre –tipus d'objectes i distribució–, la presència de les quals ens informa que aquest procés actuava en aquell moment i ens permet seguir els diferents estadis evolutius (Barceló, 1998b: 38). El descobriment d'uns mateixos patrons indica un mateix procés. Si preguntem per un sol jaciment, només descriurem els fets que hi van passar i encara amb problemes; si fem preguntes més generals, sobre processos actuals que han deixat petja en el registre, llavors no serà tan problemàtic perquè la descripció del jaciment es convertirà en un operador intermedi.

Un altre element de debat té a veure amb el **llenguatge científic** i, més concretament, amb el fet de pensar que els conceptes mètrics i les expressions lògiques són l'única forma de comunicació i l'únic objectiu de la recerca científica. Per aquest motiu hi ha hagut diversos intents d'apropar les disciplines històriques a les Ciències a través de la substitució sistemàtica de la narrativa (White, 1992: 41). Malgrat que els conceptes abstractes són més simples, clars i manipulables i faciliten la cerca de lleis i la construcció de models teòrics, la Ciència també fa servir el llenguatge natural perquè, actualment, superades parcialment les concepcions reduccionistes del Cercle de Viena, s'accepta que presenta inconvenients però també avantatges respecte del llenguatge matemàtic: li falta rigor i precisió i és polisèmic, però en contrapartida és més intuïtiu i pot captar realitats més complexes (Estany, 1993: 89). El llenguatge natural (encara) és necessari i es considera que no té per què frenar l'obtenció de coneixement científic,

sempre i quan els enunciats tinguin significats clarament especificats i posseeixin el mateix sentit per tothom (Estany, 1993: 89).

El problema és que des de les “Lletres” s’ha confós la forma d’expressió del coneixement amb l’objectiu, en part, com a conseqüència de la funció moralitzant tradicional dels documents històrics¹⁷ i de la seva presència en totes les mitologies (White, 1992: 74) humanes. Per aquest motiu, una determinada tendència historiogràfica de gran influència a Europa, els Annals, ha tendit a defugir la narrativa com a via per assolir la científicitat (White, 1992: 47,49). I, per aquest motiu, en el cas de l’Arqueologia, s’ha acabat caient voluntàriament en l’extrem contrari, la pura literatura, com en el cas de (Bender, Hamilton *et al.*, 1997), perquè, davant la impossibilitat de produir lleis, es va creure que la única possibilitat era fer narratives, oblidant que la Història permet altres formes d’expressió no narratives (White, 1992: 18). L’objectiu no és la forma, sinó el contingut: la fórmula és una manera simple, universal, d’explicar la realitat i, en alguns casos, sí que es busca trobar lleis cada cop més unificades, és a dir, que cobreixin més fenòmens; però això només s’ha pogut fer en algunes disciplines molt específiques, com és el cas de l’Astrofísica. De la mateixa manera, la narrativa no és el mateix que la narració. La narració és la finalitat de la Literatura o d’algunes formes de Filosofia, que no han de ser contrastades i la seva metodologia consisteix en deixar discórrer el pensament per produir un coneixement que és tan vàlid com el científic, però té una funció diferent. Les Ciències Històriques, en canvi, se serveixen principalment del llenguatge natural, però això no significa que el seu objectiu sigui explicar històries, sinó proposar explicacions sobre fenòmens socials observats en el present.

Malgrat que la forma narrativa sembla la més natural i caracteritza la consciència “històrica” de totes les societats humanes (White, 1992: 20), cal dir que, per als interessos occidentals, el llenguatge natural és insuficient, ja que la seva linealitat és poc adequada per reflectir la multicausalitat i la simultaneïtat temporal pròpia dels processos històrics. Els problemes arqueològics permeten una formulació com a problema científic però només es plantegen per al registre arqueològic –per exemple, les tipologies–, no van més enllà de la Teoria de Rang Mitjà, sense tenir en compte que també poden aplicar-se a l’explicació dels fenòmens de canvi social (Barceló, 1995: 133-144). Deixant aquesta qüestió de banda, també convindria una feina sistemàtica de definició dels conceptes perquè encara hi ha desacord o ambigüïtat en els més bàsics i això no contribueix gens positivament al desenvolupament de la disciplina. En un altre nivell, una formulació general del problema, no pas com a fórmula matemàtica, sinó com a seqüència lògica¹⁸ ajuda a tenir clars la problemàtica, els objectius generals, els intermedis, les metodologies i els punts febles de tot el procés de recerca (Barceló, 1995; Read, 1990). Finalment, pot ser que les “lleis” existeixin, però no es troben al final del procés de recerca, sinó al principi, com a conjunt de regles que permeten relacionar els comportaments i les seves conseqüències materials.

¹⁷ Ho veurem més endavant, en explicar què són les Ciències Històriques.

¹⁸ L’avantatge del sistema de regles (Barceló, 1995: 146) sobre el llenguatge purament verbal o el purament matemàtic és que, com que es tracta d’una “barreja” de tots dos, aprofita els avantatges i supera els inconvenients respectius. El primer és massa ambigu i el segon no s’escau per a l’objecte d’estudi de l’Arqueologia. En canvi, el procediment declaratiu explicita el raonament, formalitza el llenguatge natural –en redueix l’ambigüïtat– i, a diferència de la lògica pura, el contingut sí que és important, de manera que permet treballar amb entitats empíriques. És com operar amb el llenguatge: emfatitza l’estructura i elimina tot allò que és accessori, com els aspectes purament literaris.

La definició de les Ciències Històriques també ha partit d'una concepció errònia sobre el propi **funcionament de la Ciència**. L'existència d'un mètode unitari i universalment vàlid és una quimera: la metodologia científica no està tan clara i encara avui costa posar-se d'acord sobre l'estructura estàndard del procediment científic. Per exemple, malgrat que sembli difícil de creure, hi ha qui opina que el model hipotètic - deductiu és massa permissiu perquè tracta evidències irrellevants com si aportessin certes materials i això és degut al fet que les teories no impliquen cap conseqüència observable per elles mateixes. Alguns autors consideren que cal establir més que lligams lògics per connectar la teoria i l'empíria. Per altra banda, existeixen altres estratègies de recerca capaces de proporcionar coneixement igualment vàlid sobre el món, com ara la dialèctica, l'Heremènutica, la Fenomenologia o l'Existencialisme (Hodder, 1999: 25), que són anteriors i proporcionen teories o models teòrics per a la Ciència. Fins i tot, a l'hora d'explicar un fenomen, trobem diferents teories aparentment contraposades, sobretot com més ens acostem a les explicacions unificades. Però, en lloc de considerar-ho un problema, com es fa des de les "Lletres", els científics i les científiques ho consideren un estímul per seguir cercant dades i, sobretot, per desenvolupar la base teòrica - metodològica necessària (Barceló, 1998b: 37). El cas més clar és el de l'explicació del funcionament general de l'univers, perquè si ho intentem a través de la Teoria Quàntica, es contradiu amb la Relativitat General. Avui dia, la majoria de científics i científiques accepten que en realitat es deu tractar de dues perspectives diferents i es busca una teoria més general –per exemple, la de cordes– que les reuneixi. En qualsevol cas, això demostra que la concepció universalista del Cercle de Viena era massa estreta i que diferents fenòmens requereixen maneres de fer Ciència diferents.

Des del **punt de vista humà**, les decisions preses per les investigadores i els investigadors quant als projectes de recerca iniciats no depenen únicament de l'estat general de la qüestió i la determinació racional en funció de les necessitats generals, sinó més aviat dels interessos individuals, la formació personal i la psicologia. I la influència de factors no científics encara és més evident a l'hora del desenvolupament i divulgació o efecte dels resultats en la comunitat científica i la societat: competències (deslleials), manca de fons, manca d'infraestructures, problemes personals... L'error ha estat, en Arqueologia, creure que només hi podia haver una única metodologia i una teoria global; naturalment, les incoherències evidenciades a través de la contraposició processualista amb el registre, juntament amb els avanços científics dels anys posteriors i les reflexions postmodernes (Hodder, 1999: 7), van portar a trencar la metodologia analítica –per exemple, reforçant la separació entre descripció del registre i interpretació– en lloc de pensar, tal com afirma Hodder (Hodder, 1999: 12), que potser es tractava de perspectives complementàries que tractaven aspectes diferents del procés, i a dubtar dels objectius i les possibilitats de la disciplina. I aquesta poca consistència interna s'ha transmès a la societat, afegida a la tradicional imatge elitista i intel·lectual, de manera que la gent considera que no serveix per a res i/o com a molt en tenen una concepció romàntica d'aventures o, el que és pitjor, de descobriment de tresors que es poden vendre a molt bon preu en el mercat negre.

La trobada de Figueres (Wagensberg, 1986) i el llibre d'Anna Estany (Estany, 1990) sobre els models de canvi científic demostren que no és cert que els models siguin generals, independents de la gent, i es substitueixin completament. Diferents perspectives coexisteixen: no hi ha canvi o substitució completa sinó processos dinàmics de transformació en mosaic. Això és degut al fet que les **teories científiques**

no són veritats absolutes sobre la realitat essencial del món, sinó que es defineixen com a entitats amb què representem el nostre coneixement científic i formen part d'un sistema conceptual general (Estany, 1993: 181). En aquest sentit, es poden distingir tres concepcions: la sintàctica, l'estructural i la semàntica. En la primera, les lleis es poden formular en llenguatge canònic –estructura axiomàtica–, tot i que no té per què ser una condició necessària, hi pot haver altres tipus d'entitats teòriques en l'ontologia metateòrica (Estany, 1993: 183). Els avantatges d'aquest sistema és que s'eviten les trampes del llenguatge natural, s'elimina la formulació ambigua de lleis i termes i es faciliten els càlculs deductius i el descobriment dels errors (Estany, 1993: 183). Naturalment, aquesta és la més restrictiva quant a què es Ciència i què no, i és la que s'ha adoptat tradicionalment com a referència.

El segon tipus és la concepció estructural, una revisió de la Concepció Heretada, que considera que les teories són objecte d'estudi, igual que les espècies en la Zoologia. L'avantatge d'aquest tipus és que permet la reconstrucció lògica amb estructures molt més flexibles, de manera que s'amplia el camp de les disciplines que formen part de la Ciència –s'accepten fins i tot aquelles que encara no tenen una informació suficientment sistematitzada–, però encara manté la concepció lingüística pròpia de l'empirisme lògic (Estany, 1993: 191). El tercer tipus és la concepció semàntica, una altra alternativa a la concepció sintàctica perquè critica la seva distinció entre teoria / observació i el fet de considerar que les teories són un conjunt d'enunciats deductivament inferits a partir d'uns axiomes (Estany, 1993: 198). En canvi, creuen que sí que existeix una veritat per descobrir i, conseqüentment, l'adequació empírica és fonamental. Per això treballen amb dos tipus d'elements: els models teòrics –entitats abstractes metateòriques per entendre i transmetre explicacions, que es poden fer mitjançant qualsevol llenguatge– i les hipòtesis –entitats lingüístiques que afirmen algun tipus de relació entre un model i un o més sistemes reals i, per tant, fan de pont entre ells (Estany, 1993: 200). Normalment, el que es transmet d'aquest sistema no són les teories en si, sinó els enunciats que defineixen els models que en formen part. Per tant, una teoria científica no és una entitat ben definida i correspon a la comunitat científica determinar si existeix prou semblança perquè un model formi part d'un conjunt ja establert. És a dir, que les teories es construeixen socialment.

Deixant de banda aquesta constatació que les teories no ens són donades directament per la Mare Natura, la tercera concepció és especialment rellevant des del nostre punt de vista perquè permet integrar les Ciències Socials. I això, per tres raons fonamentals. La primera, perquè els models admeten l'expressió en llenguatges més variats que les teories de les anteriors, com per exemple el natural, en què els conceptes són més vagues però també més rics. La segona, que l'estructura lògica no és tant important com l'evidència de les dades –perquè permeten determinar si el model encaixa amb el món real–, de manera que es tracta d'un criteri gradual i que difumina la separació tradicional estricta entre ciència i ciència marginal. I, finalment, que com que és una concepció semàntica, posa en relació les teories amb el món real i, per tant, permet ampliar l'àmbit d'estudi i tractar problemes –irracionalitat del canvi de paradigma, inclusió de qüestions sociològiques i psicològiques, etc.– que no admetien les restrictives concepcions tradicionals. En Arqueologia, els primers intents de científització de la disciplina van fracassar perquè es va voler emprar l'aspecte formal com a principal instrument i això no era possible, però no pas perquè la pròpia Arqueologia estigués limitada en aquest sentit, sinó perquè és un problema general que sorgeix en tractar amb l'empíria. Les propostes de Jean-Claude Gardin (Gardin, 1990),

Valentine Roux (Roux, 2002) o François Djindjian (Djindjian, 2002) anaven per aquí, però es basaven en una concepció mixta, lògica i lingüística, que era molt útil per evidenciar les estructures internes però no semblava que produís nou coneixement més enllà de la metateoria. Una altra possibilitat és l'intent de quantificació de Joan Anton Barceló (Barceló, 1995; 2002), que proposa el desenvolupament de la base numèrica per poder transferir a l'Arqueologia la potència d'algunes branques de les matemàtiques, com ara l'estadística, els models, etc.

És més, existeixen fórmules plenament acceptades des del punt de vista estricte, que permeten treballar en aquest àmbit del coneixement científic. El primer exemple són les **tipologies**, un concepte prou conegut en Arqueologia, que normalment es fan servir quan el nivell de maduresa de la disciplina o el domini estudiat no permet formular lleis i teories en el sentit fort, com per exemple en el cas de les Ciències Socials (Estany, 1993: 210). El punt de partida de les tipologies és el "tipus ideal", una entitat definida per Weber de la següent manera (Estany, 1993: 211):

- No és una hipòtesi però orienta en la seva construcció.
- No és una exposició de la realitat, però proporciona mitjans per representar-la.
- No és una mitja de totes les unitats que "cauen" dins el tipus, sinó una abstracció de totes elles.

Al principi del seu treball, el tipus ideal tenia un valor fonamentalment heurístic, propi de les disciplines joves, però a mesura que Weber va anar desenvolupant el seu pensament, va anar adquirint més poder explicatiu fins a poder donar raó de certs principis de conducta social (Estany, 1993: 211). Aquesta voluntat d'atorgar entitat explicativa va ser continuada posteriorment per autors que consideraven que les Ciències Socials no havien de limitar-se a col·leccionar dades sinó a fer generalitzacions perquè la descripció d'allò únic és incompatible amb el propòsit de la Ciència, que és explicar el món, i exigeix la creació d'un ordre conceptual en què s'exposen aspectes repetitius i interrelacionats. Per això es crea el concepte de "tipus construït", un artifici heurístic sense base empírica, construït per reduir la diversitat i la complexitat dels fenòmens a un nivell més general i coherent, és a dir, comparar i predir, més que per descriure (Estany, 1993: 212). Després, Hempel va intentar donar major coherència i potència explicativa als tipus tot connectar-los als models teòrics: definint-ne els tipus i les seves funcions bàsiques (Estany, 1993: 215). Malgrat que l'Arqueologia ha treballat amb aquestes construccions de manera implícita, ara comença a ser hora d'anar més enllà de les tipologies descriptives i construir un sistema de models explicatius.

El segon exemple d'element que permet treballar científicament en ciències "poc desenvolupades" o poc axiològiques és el **model**. Contràriament al que pugui semblar, aquest és un concepte que tenia diferents usos en el llenguatge natural i que va ser recuperat pels científics per als seus propòsits concrets, després d'haver delimitat clarament la seva definició (Estany, 1993: 216). La relació entre la teoria i el model ha estat molt desenvolupada en matemàtiques, però alguns l'extrapolen a les ciències empíriques i hi apliquen el concepte. Dins aquest àmbit, n'existeixen diferents tipus, d'entre els quals s'ha de destacar el model analògic (2A) perquè té com a objectiu explicar un camp desconegut recurrent a un de conegut, en virtut de les semblances entre l'estructura, els elements i la dinàmica interna. L'avantatge del model és que és

una representació simplificada de la realitat, que admet la formulació en llenguatge natural, que funciona deductivament i no presenta el problema de la inducció perquè s'aplica a un cas concret. Aquest tipus de model té un valor heurístic indiscutible, per la creació i el desenvolupament de noves teories i, malgrat que els científics nomològics ho negaven, també hi ha casos en què tenen un cert poder justificatiu i predictiu, com per exemple en les simulacions per ordinador: quan no sabem quin model hi ha al darrera d'un fenomen, simulem els processos a partir de les dades experimentals per veure la seva evolució (Estany, 1993: 222). Aquest híbrid entre el model matemàtic i l'analògic és precisament el que des del meu punt de vista justifica, tal com explicaré més endavant, l'ús de la RV en el procés de recerca Arqueològica.

Un altre error ha estat pensar que només la Ciència pot **produir coneixement veritable** i és capaç de **trobar explicacions per tot**. Aquesta concepció laplaciana va ser refutada des de punts de vista diferents, com ara la Teoria del Caos o Kurt Gödel. En el primer cas, el comportament retroalimentatiu del sistema fa que no es pugui predir exactament el resultat d'un *input* específic, sobretot perquè en sistemes tan complexos i autocontinguts no es poden conèixer totes les característiques de tots els elements i les condicions inicials són vitals per al desenvolupament del sistema (López de Lacalle, 2000). En el cas de les Matemàtiques, es va demostrar, a principis del s. XX, que fins i tot sistemes tan ben estructurats com l'aritmètica són incomplets, que significa que no podem afirmar "A" ni "no A". Per tant no és un problema exclusiu de la Història, que la faci menys científica. Però en canvi sí que procuren no ser inconsistents –dir a la vegada "A" i "no A"–, mentre que en Història sembla que això s'ha acabat acceptant perquè, en absència del procés i, a diferència de la Geologia o l'Astrofísica, que també estudien processos que ja s'han produït (però que en alguns casos són visibles), no tenim una teoria bàsica –les lleis de Geologia, la mecànica newtoniana o la Teoria de la Relativitat– en què emparar-nos, per la qual cosa una mateixa evidència empírica pot recolzar hipòtesis diferents.

Per altra banda, diem que l'Arqueologia fa salts inferencials però també les Ciències "dures" es prenen de vegades algunes llicències perquè el seu coneixement del món o la teorització sobre ell no és completa i necessita recórrer a analogies o, en general, a models explicatius deterministes, que tothom accepta com a veritat perquè aparentment funcionen, però que són inexactes. A més, la Medicina també és una ciència totalment indicial, i ningú no considera que els metges siguin (totalment) inútils! Deia Luís Navarro a Figueres (Wagensberg, 1986: 92):

"La enseñanza que yo extraería de todo ello es que debemos desmitificar la ciencia. Tenemos una tendencia muy fuerte a creer que la ciencia puede resolver cualquier problema relacionado con ella y nos corresponde a los científicos el colaborar a la desmitificación de la ciencia, por ejemplo clarificando sus objetivos y los límites de aquello que se puede afirmar i aquello que no se puede afirmar."

La veritat és que no poden existir les veritats permanents immutables perquè el propi Univers canvia constantment. El que passa és que la perspectiva humana és limitada des del punt de vista diacrònic i necessita ser-ho des del sincrònic –per poder construir explicacions– i és per aquest motiu que ens sembla estàtic¹⁹, la qual cosa condiciona les nostres teories.

¹⁹ La idea d'un Déu etern, omniscient i immutable en la religió judeo - cristiana no és casual.

Però, tornant a la teoria bàsica, la qüestió és: no la tenim perquè encara no l'hem trobada, com passa en el cas de la Mecànica Quàntica respecte de la "Mecànica X", o perquè realment no existeix? Els/les processualistes creien que es podia –però es basaven en el determinisme ambiental– i jo també ho crec; però, a diferència del que defensava Lewis Binford (Wylie, 1994: 98), passa per la concepció de les societats des d'una perspectiva caòtica i la construcció d'una Teoria de la Cultura Material (TCM), que és el que pot atorgar l'estatus veritablement científic a la disciplina. Per altra banda, Aquest és el relativisme que ha acabat generant tants problemes interns i d'imatge externa de l'Arqueologia i que només es pot resoldre, crec jo, amb la construcció d'una sòlida TCM. A més, com també afirma Ian Hodder (Hodder, 1999), sovint no es tracta d'una oposició total sinó que s'està parlant des de perspectives diferents i, per tant, són complementàries, en lloc de contradictòries. Tanmateix, això es produeix al nivell dels models explicatius generals –processualista, materialista històric, etc.–, no pas dels models empírics, és a dir, de la causalitat directa del registre arqueològic. La manera de resoldre aquesta qüestió és: en primer lloc, validant hipòtesis sobre el present i no pas sobre el passat perquè llavors segur que mai no les podrem resoldre²⁰; en segon lloc, generant un veritable cos teòric metodològic, que expliciti les relacions entre els diferents punts de vista i defineixi el significat de les entitats bàsiques en cadascun d'ell; i, en tercer lloc, platejant problemàtiques més petites perquè sovint la pregunta inicial ja és ambigua.

La negació de la possibilitat de realitzar explicacions en Arqueologia ha partit d'una concepció determinista de la **causalitat**. Existeixen dos tipus de causalitat: la singular, que relaciona esdeveniments exemplars, i la general, que relaciona tipus d'esdeveniments. La causalitat també ha generat un debat intens, des de Hume fins a Stuart Mill, que encara no està completament resolt. En primer lloc, hi ha la qüestió de la contigüïtat: tal com deia Hume, com podem estar segurs que no estem associant dos esdeveniments que en realitat no estan lligats més que temporalment? Normalment, la solució passa per la possibilitat de jugar amb els paràmetres per comprendre com influeixen, és a dir, per l'experimentació. Però llavors, apareix altre cop el problema de la inducció: normalment, les explicacions causals generals s'infereixen a partir de l'observació de casos particulars, que s'eleva al rang de lleis (probabilistes). L'error es troba en pensar que la causalitat equival a l'existència de lleis universals. Durant el temps en què la mecànica clàssica funcionava com a únic paradigma científic, hi havia una equivalència entre llei científica, llei de la naturalesa, causalitat i determinisme (Estany, 1993: 175). Però darrerament s'ha vist que mentre que l'abstracció pura i els sistemes simples es poden considerar deterministes, els sistemes complexos –com el biològic o el social– no ho són. Per això s'ha trencat l'associació entre causalitat i determinisme, perquè són coses situades a nivells diferents: la primera designa els fenòmens reals i la segona, la nostra capacitat de descripció i previsió. Les causes hi són sempre, fins i tot en presència de l'atzar²¹, el que passa és que si no s'acomoden a una llei causal general o, dit d'una altra manera, a una teoria determinista, perquè no som capaços de determinar-les exactament, llavors fem servir l'estadística.

Malgrat que no puguem fer prediccions precises, això no significa que no hi pugui haver explicació: les Matemàtiques han proporcionat diferents solucions per reflectir el funcionament dels sistemes complexos, i la causalitat hi està contemplada. És el

²⁰ Una concepció totalment oposada a la que manifesta Alain Galloway (Galloway, 2002: 96).

²¹ El concepte mecanicista tradicional s'ha ampliat perquè si no hauríem de considerar que la Mecànica Quàntica no és una llei natural i en canvi s'ha demostrat que és empíricament adequada.

concepte de causalitat ampliada, que s'adequaria totalment a les necessitats de l'Arqueologia. Altres autors proposen que les lleis científiques no es basin en el "principi de causalitat" sinó "de legalitat", pel qual els fenòmens poden caure fora de l'esfera causal, poden semblar atzarosos, sense que això signifiqui sortir fora de la Ciència, ja que en qualsevol cas són perfectament naturals i poden estar governats per lleis (Estany, 1993: 177). Així doncs, allò que ha canviat és la identificació tradicional entre lleis causals i lleis de la naturalesa: mentre que les primeres contenen la noció causal, les segones són associatives –expressen relacions entre quantitats o qualitats– i poden ser de dues menes: necessàries –en les quals entraria la causalitat com a cas especial– o contingents –en les quals l'atzar seria un cas especial (Estany, 1993: 178). Per tant, el determinisme no està en funció de la causalitat sinó de la universalitat: tant les lleis associatives com les causals poden ser deterministes o indeterminades. El desencert és que a l'hora de definir l'Arqueologia com a ciència es va adoptar la concepció inicial i, en contraposar-la al registre arqueològic i al funcionament de les societats, es van fer evidents els problemes que ja sabem. El fet que cap dels conceptes –lleis, determinisme, causalitat– pugui ser definit *a priori* sinó que depengui de la concepció científica ens permet dir que poden existir "lleis" en Ciències Històriques; només cal definir novament el concepte, per adaptar-lo a les característiques específiques d'aquesta branca del coneixement.

Així mateix, la definició d'explicació que s'ha adoptat també era limitada. Tal com s'ha definit, l'**explicació científica** és una resposta a un tipus particular de pregunta. La Filosofia de la Ciència distingeix cinc tipus de respostes, però a nosaltres ens n'interessen dos: el primer perquè és el que s'ha adoptat com a única forma vàlida de coneixement; i el segon, per contrast amb l'anterior. El primer s'anomena "model de cobertura legal" o "model deductiu". Associat des d'Aristòtil a la idea d'explicació científica, és el més restrictiu perquè l'explicació consisteix en posar el fenomen sota una llei i, d'aquesta manera, fer-lo esperable. Explicar és igual a predir. Per això és difícilment aplicable a l'Arqueologia, perquè aquesta no té lleis –deixant de banda el determinisme ambiental– a què apel·lar. De totes maneres, també és difícilment aplicable en les Ciències "dures" perquè si fa servir lleis empíriques, aquestes introdueixen tots els problemes d'inducció, probabilitat, etc. associats a aquestes. Una solució és adoptar un model estadístic, pel qual l'*explanandum* s'empara en lleis estadístiques, de manera que ja no és una qüestió lògica sinó de grau (Estany, 1993: 234). Malauradament, el llindar d'admissibilitat es fixa arbitràriament, per això Salmon va proposar el concepte de "pertinença estadística", pel qual ja no es mesura directament la probabilitat que es produeixi un fet sinó que aquest es produeixi en absència o presència d'un altre, que pot ser integrat en una categorització d'esdeveniments, per a la qual es calcularan les diferents probabilitats. Crec que aquest model és adequat per al raonament arqueològic perquè permetria relacionar tipus de comportaments humans i d'evidències materials o, a un nivell més bàsic, associacions entre objectes. I també és interessant perquè, com que, a diferència de Hempel, no entén l'explicació com un argument sinó com un conjunt d'enunciats probabilístics, de manera que poden coexistir diferents causes, excloents o no, i calcular la certesa de cadascuna per indicar el grau de confiança.

Un altre dels models d'explicació és el "pragmàtic" de Van Fraassen, segons el qual les explicacions es produeixen en el context d'una pregunta de tipus "Per què..?". La pregunta determina quines explicacions són adequades, de manera que contexts diferents poden generar explicacions diferents. Per tant, analitzar la lògica de les

explicacions equival a analitzar la lògica de les preguntes i les respostes (Estany, 1993: 263). Segons Van Fraassen, dir que una explicació és científica és el mateix que dir que recorre a la Ciència per obtenir informació i criteris d'avaluació per saber si tot el procés era correcte. Per consegüent, una explicació científica no és Ciència "pura", com es creia tradicionalment, sinó una aplicació de la Ciència, una utilització per satisfer els nostres desigs, que varien segons el context (Estany, 1993: 266). I això lliga amb la crítica a la idea d'una forma de fer Ciència universal i totalment apartada de les peculiaritats humanes, que havíem vist anteriorment.

Totes aquestes qüestions estan lligades a la concepció de la finalitat última de la Ciència, és a dir, el debat entre realistes i instrumentalistes. Els/les primers/es creuen que l'objectiu de la Ciència és comprendre el món, encara que sigui sense propòsit pràctic. Això implica que opinen que les teories són veritables aproximacions a la veritat, que existeix encara que no sigui observable. Si no, les nostres prediccions haurien estat un miracle. I, per tant, també consideren que en cada època les teories del moment substitueixen les anteriors, que són falses. Els/les segons/es, en canvi, creuen que les teories no són simples descripcions sinó instruments de predicció per poder realitzar aplicacions tecnològiques. Per això no ens interessa si hi ha veritat o no, sinó generar descripcions cada cop més àmplies –el saber, segons ells/es és acumulatiu– i exactes del món observable, perquè és aquell sobre el qual podem tenir interessos.

Finalment, cal parlar de les explicacions funcionals i teleològiques, que havien estat tradicionalment rebutjades perquè es consideraven "poc científiques" o, en altres paraules, poc d'acord amb els requisits d'una Ciència lògica universalista en què les lleis eren deterministes i causals. Però ara es pensa que era un error perquè realment intervenen en el món, sobretot en l'àmbit humà –en què es realitzen accions intencionalment– i es poden integrar en un programa d'investigació compatible amb els requisits metodològics actuals, per exemple, guiat per certes màximes heurístiques o hipòtesis de treball (Estany, 1993: 245). A l'hora de comprendre aquest tipus d'explicació, cal tenir en compte que les teories causals apunten cap el passat –tal fet passa perquè n'ha passat un altre– i les funcionals - teleològiques, cap el futur –tal fet passa perquè en pugui passar un altre.

Les explicacions funcionals tracten d'entendre una pauta de conducta individual, institucional o social per determinar el rol que juga en el manteniment d'un determinat fenomen (Estany, 1993: 245). Per aquest motiu, malgrat que han estat criticades en Biologia –recordem el Lamarckisme– són molt útils en estudis psicològics, antropològics o socials i, per tant, també de tipus històric. La diferència amb les explicacions teleològiques és i ha de ser que no hi intervenen propòsits conscients. Però aquests existeixen realment en les accions humanes, ja que les persones són éssers racionals es mouen seguint intencions a major o menor termini i amb una percepció d'escala també variable. Així doncs, en una explicació teològica hi ha dos aspectes necessaris: un d'intern, corresponent a la intencionalitat de l'acció; i un d'extern, corresponent a les circumstàncies externes que acompanyen l'acció i que poden ser immediates o bé remotes (Estany, 1993: 249). L'objectiu seria aconseguir reunir aquestes explicacions per poder-les convertir en el tipus anterior i, a partir d'aquí, crear regles generals de funcionament social. La dificultat es troba en com analitzar o establir la connexió entre la intenció, la conducta i el resultat (Estany, 1993: 252), sobretot quan aquest procés ja no és visible. En conclusió, les explicacions funcionals - teològiques es poden considerar una crítica a la modalitat d'explicació causal d'estructura lògica

nomològica - deductiva, però en realitat els dos tipus es troben en plans diferents perquè els primers no rebutgen la segona i la consideren vàlida en certs contextos, però en canvi no accepten que aquest sigui un criteri vàlid per distingir què és Ciència i què no (Estany, 1993: 254).

I.2.2.2. La relació amb les disciplines properes: Sociologia, Humanitats i Història.

Ara que ja hem vist que l'oposició entre Ciències i Lletres o, més concretament, entre Ciències i Arqueologia com a disciplina humanística prové d'una mala comprensió de les primeres –pensar que produeixen coneixement veritable i prediccions sobre l'essència d'una realitat determinista–, passarem a comentar la seva ubicació en les Ciències Socials i en les Humanitats i després analitzarem la relació amb la disciplina més propera, la Història. L'argument que guiarà tota la reflexió, i que ja ha estat esmentat anteriorment, és que des dels inicis de la disciplina hi ha hagut un error en la concepció de l'objectiu i, per consegüent, de la metodologia arqueològica, que limita l'Arqueologia com a font de coneixement i condiona negativament la seva utilitat i imatge social.

L'Arqueologia no és una Ciència Social, tal com proposaven alguns autors (Watson, Leblanc *et al.*, 1974) en els primers moments de la crítica a la *New Archaeology* o com sosté Colin Renfrew (Renfrew i Bahn, 1993) i la majoria d'autors i autores actuals d'orientació històrica basada en els *Annales*²². Té la societat com a objecte d'estudi i com a destinatària de les seves activitats. N'ha adoptat algunes tècniques i mètodes – estadístics, derivats de l'observació i classificació– però els seus objectius i metodologia bàsics l'apropen més a les disciplines històriques. Per aquest motiu, la introducció recent de les “Humanitats”, que han substituït en certa manera les tradicionals “Filosofia i Lletres”, ha provocat que l'Arqueologia s'hagi ubicat aquí dins, com passa a la UAB, a la UPF i a la UdL. En el cas de la UAB, que agafó com a exemple d'universitat estàndard, els estudis estan dividits de la següent manera:

- Ciències de la Salut: Veterinària, Medicina, Psicologia, Ciència i Tecnologia dels Aliments
- Ciències Experimentals: Biologies, Ciències Ambientals, Física, Geologia, Matemàtiques, Química.
- Ciències Humanes: Antropologia, Filologies, Història, Història de l'Art, Musicologia, Humanitats, Teoria de la Literatura Comparada, Traducció i Interpretació
- Ciències Socials: Administració i Direcció d'Empreses, Treball, Polítiques, Audiovisuals, Criminologia, Documentació, Dret, Economia, Geografia, Pedagogia, Periodisme, Psicopedagogia, Publicitat i Relacions Públiques, Sociologia.

²² Per exemple, Ciro Cardoso (Cardoso, 1981).

Voldria comentar algunes idees que suggereix aquesta classificació. En primer lloc, el criteri de separació dels grans àmbits no queda gaire clar perquè, en el cas de la Salut i les Ciències Humanes, correspon a l'objecte d'estudi; en el cas de les Ciències Experimentals és la metodologia; i, finalment, en el cas de les Ciències Socials, sembla que hi ha una mica de tot, perquè algunes disciplines tenen en comú l'objecte d'estudi, altres la metodologia i altres, podríem dir, els/les destinataris/àries. Tanmateix, la metodologia experimental es troba en altres àmbits i algunes de les Ciències Humanes també comparteixen la forma de comunicació.

Comentem alguns aspectes més detalladament. Les "Ciències Socials" són les que mostren més incoherències però es poden resoldre considerant que totes les disciplines comparteixen la característica de ser d'aplicació actual i tenir un component estadístic important. Les "Ciències Humanes" comparteixen la importància del llenguatge natural, la substitució de la contrastació per l'assaig, i l'interès per l'ésser humà o les seves produccions. Crec que, en el cas de l'Arqueologia no s'acompleix cap d'aquestes característiques perquè no li interessa l'ésser humà sinó els fenòmens socials actuals però, a diferència de les Ciències Socials, s'hi aproxima diacrònicament i empíricament, i, a més, no fa servir l'assaig interpretatiu sinó una metodologia distinta i la narrativitat es limita a una funció comunicativa. Les "Ciències Experimentals" correspondrien a les anomenades "dures" perquè les Matemàtiques no es distingeixen precisament per la seva experimentalitat –i aquest és el seu valor fonamental– però el fet de tenir en compte aquest criteri permet englobar altres àmbits de coneixement que cauen fora de la definició nomotètica de Ciència. Finalment, el cas de la Medicina és molt revelador perquè, en origen, com que es tracta d'una ciència indicial, no s'acabava d'ubicar, però gràcies al seu prestigi social ho ha resolt fent-se un espai propi en l'univers del coneixement (Ginzburg, 1999). En canvi, l'Arqueologia no ho ha pogut fer i sempre va a remolc d'altres disciplines, sense saber ben bé on situar-se i, darrerament, ha acabat dins les Humanitats.

Però tampoc no crec que sigui una Humanitat perquè no considero que l'objecte d'estudi de l'Arqueologia sigui "la pròpia persona a través de la seva relació física i intel·lectual amb les coses que l'envolten" i, per consegüent, "la seva metodologia es basi necessàriament en la interacció entre les persones" (Poovey, 2001). L'objectiu i la metodologia de l'Arqueologia són diferents. Però el postmodernisme l'ha acabat situant aquí perquè ha confós la forma d'expressió i l'objectiu: davant la impossibilitat de contrastar l'esfera simbòlica, i faltant el recolzament del determinisme ambiental i la Teoria de Rang Mitjà, es va creure que l'Arqueologia només podia construir narratives interpretatives el passat o, en el cas més extrem, inventar històries sobre els objectes. L'Arqueologia no és Literatura, malgrat que és molt legítim escriure faules sobre el passat; però, perquè sigui una disciplina útil des del punt de vista social i es financi amb els diners de tots i totes, ha d'aportar alguna cosa més. L'afirmació del relativisme o, en altres paraules, la negació de la certesa del coneixement arqueològic ha estat, des del meu punt de vista, una cosa nefasta perquè ha provocat la impossibilitat de trobar una teoria unificada –no pas del comportament humà, sinó sobre la cultura material– i això ha generat la marginació de la disciplina, relegada a ser una digressió subjectiva que no només no té cap utilitat social –únicament per a quatre intel·lectuals–, sinó que encara fa nosa perquè "frena" el desenvolupament infraestructural de la societat.

El poc pes relatiu de l'Arqueologia dins la societat no és una cosa recent, sinó que la seva concepció artística tradicional ja l'havia confinat en una torre d'ivori per a elits

intel·lectuals. El desenvolupament del pensament social a Europa i Llatinoamèrica significava una possibilitat d'apropar-la més a la societat però, no només no s'ha aprofitat aquesta via, sinó que, en un moment de gran auge de les concepcions tecnològiques, afegides a la base tradicional d'empirisme i cartesianisme del pensament occidental, s'opta per afirmar que l'Arqueologia no pot aportar cap certesa sobre el passat i que està totalment a la mercè de manipulacions ideològiques. Això deixa dues opcions no excloents: acceptar el seu caràcter relatiu i ensenyar la seva metodologia perquè ningú no pugui ser manipulat o, millor encara, considerar-ho com a situació momentània i intentar superar d'una vegada per totes la incertesa epistemològica de la disciplina construint la seva base teòrica - metodològica. Una possibilitat a explorar és la plantejada en aquest capítol.

El principal error en aquest intent d'ubicació és que no s'ha considerat la possibilitat de dotar la Història/Arqueologia d'entitat epistemològica pròpia. Per què hauria de ser "Humanitat" o "Ciència Social" o "Ciència Natural"? Per què no poden ser, precisament, Ciències Històriques? D'entrada, aquesta proposta sembla poc apropiada perquè tradicionalment no s'ha considerat que hi hagués cap diferència entre ambdues disciplines: tot és "Història" i, per tant, no crearem un cúmul disciplinari només per una sola disciplina. Però els intents de situar-les en un o altre lloc sempre tindran problemes perquè, a diferència del que s'ha fet fins ara, cal considerar totes dues característiques alhora i no només els objectius o la metodologia: es veu com una Ciència Social perquè l'objecte d'estudi és la societat²³; però, en canvi, la metodologia i l'objectiu l'apropen a les Humanitats, si seguim les tendències postmodernes, que consideren que només hi pot haver interpretació. Per tant, és Ciència Social o és Humanitat? Allò que no pot ser és definir una cosa d'una manera malgrat que no s'hi acaba d'ajustar. Per tant, el millor és, atès que hi ha diverses activitats científiques que es poden englobar dins una mateixa categoria, considerar que existeix un domini de coneixement anomenat "Ciències Històriques", els components del qual comparteixen algunes característiques amb altres disciplines, però que la unió de tots ells el fa únic.

Aclarim, ara, el terme. Prefereixo parlar de Ciències Històriques en lloc d'Història, perquè aquest terme ha provocat dos inconvenients molt importants. El primer, que es confon la disciplina i l'objecte d'estudi (White, 1992: 74) i això genera problemes metodològics i epistemològics. Per exemple, el "problema" inherent als documents històrics, el biaix²⁴, s'estén a tota la disciplina perquè es tracta d'un discurs interpretatiu sobre un text que també està distorsionat. Un altre problema: quin és l'objectiu de la disciplina? ¿Fer Història, és a dir, descriure-la, ordenar els fets, com pretenia l'Hermenèutica filològica clàssica (White, 1992: 197); interpretar-la per reflexionar sobre un tema present, com pretenia l'Hermenèutica postsaussuriana moderna (White, 1992: 197); o bé explicar-la, com pretenia l'Hermenèutica sistemàtica del s. XIX de tipus comtià, hegeliana o marxista (White, 1992: 197)? Però, és possible establir aquesta

²³ O, pel mateix motiu, com a Antropologia, en el món anglo-saxó, en què es va definir com a l'estudi de la diversitat física i cultural en l'espai i en el temps (Binford, 1962);

²⁴ Aquesta qüestió també mereixeria una reflexió, perquè considerar que els documents històrics tenen un biaix és absurd. No en tenen ni més ni menys que els objectes del registre material. Allò que va determinar els uns i els altres és el fet que hi havia una "intenció" darrera i és precisament el que ens interessa estudiar –la contextualització del document, l'anàlisi de la forma i el contingut–, com a operador intermediari per explicar problemàtiques sobre el present. L'error ha estat pensar, com a conseqüència d'aquesta confusió entre la disciplina i l'objecte d'estudi, que els documents històrics, com per exemple les cròniques, tenen el mateix valor que els textos resultants d'una investigació històrica. La seva funció era política, moralitzant i, per tant, diferent de la científica i explicativa dels estudis presents.

diferència d'objectius? Perquè això implica que existeix la possibilitat de recuperar els fets del passat, de descriure'ls de manera objectiva i independent de la construcció del discurs, a diferència del que es creu ara i tal com es pensava al s. XIX (White, 1992: 43). La solució a tot plegat no és construir un discurs que uneixi metafísica i epistemologia sinó, precisament, separar-les. I una forma és, precisament, considerar que no expliquem el passat, sinó el present.

El segon inconvenient d'emprar el terme "Història" és que això genera conflictes de relació entre aquesta i l'Arqueologia. L'Arqueologia, és Història? El fet de tenir fonts diferents comporta que tinguin objectius diferents? En tot cas, l'Arqueologia s'ha entès tradicionalment com una disciplina auxiliar i, per tant, secundària, destinada a recolzar la Història que, com que té el mateix nom que el propi desenvolupament dels fets al llarg del temps, es considera la principal, l'adequada per comprendre no tant les societats com els esdeveniments pretèrits. Però, a més, com que l'Arqueologia no té altra cosa amb què aproximar-se al passat que els objectes, que s'han d'estudiar després de fatigoses excavacions arqueològiques i, aparentment, per contrast amb una font d'informació tan directa com el llenguatge verbal dels documents, són "muts", es converteix definitivament en el "parent pobre" de la Història. Aquesta també és la causa que l'Arqueologia s'associï principalment amb la Prehistòria²⁵ i que, conseqüentment, s'hagi arribat a preguntar si la Història i la Prehistòria són el mateix. Què significa "abans de la Història"? No és Història, també; o té un objectiu diferent? I, per altra banda, significa que les societats actuals que no tenen escriptura, estan "congelades" en el passat o que estan fora de la Història? Els propis termes revelen una concepció molt específica, que posseeix conseqüències negatives tant des del punt de vista epistemològic com social i que va servir de base per justificar la dominació de les potències imperialistes occidentals sobre el que ara constitueix el Tercer Món.

I.2.2.3. Què són les Ciències Històriques

Així doncs, les Ciències Històriques són el conjunt de disciplines que permeten comprendre el present a través del seu desenvolupament històric²⁶. Vegem el significat de cadascun dels membres de l'expressió. "Ciències" implica que són disciplines de coneixement dotades d'una metodologia específica i que pretenen proporcionar explicacions sobre un fenomen observat. Per això a les universitats la majoria d'àmbits de coneixement han estat anomenats així: "Ciències de la Informació", "de l'Educació" "dels Aliments", i, fins i tot, una cosa aparentment tan discordant com les "Ciències Religioses". També implica que hi ha més d'una disciplina agrupada sota aquest terme. I el segon membre de l'expressió, "Històriques" es refereix al fet que aquestes explicacions es basen en la descripció de processos diacrònics. És com la Geologia però aplicat a la societat. En aquest sentit, comparteix un objectiu similar al de la Sociologia però l'enfocament és diferent perquè mentre que aquesta utilitza metodologies d'anàlisi

²⁵ I s'hagi oblidat completament la possibilitat d'emprar aquesta metodologia per estudiar les societats industrials, malgrat que projectes com el "*Garbage*", iniciat per William Rathje a la Universitat d'Arizona el 1973, demostrin la utilitat de l'aproximació arqueològica per comprendre la societat actual.

²⁶ Aquest és un punt de vista originat en la Geologia, que Charles Darwin va aplicar en la seva recerca per comprendre la variabilitat de les espècies actuals i que, a través del ressò de la teoria de l'evolució, va influir en Marx, que el va portar a les Ciències Socials, amb l'objectiu de comprendre les causes de la situació de desigualtat social i explotació provocades pel sistema capitalista i poder actuar sobre ell (Barceló, 1998b: 38).

en el present, directament aplicades als agents socials, les Ciències Històriques es basen en la reconstrucció de les seqüències diacròniques que han portat fins a la configuració actual. Naturalment, es tracta d'una perspectiva difícil perquè com que els processos ja han passat, cal estudiar-los indirectament, a través de les evidències que en resten i que són necessàriament materials. Aquestes evidències s'han separat en dues grans categories: els documents escrits, font de coneixement de la Història; i la cultura material en general, font de coneixement de l'Arqueologia.

En el cas de la Història, el paper de les fonts documentals torna a posar sobre la taula la qüestió del llenguatge científic i la narració, que he introduït en el debat Ciències / Lletres. Hayden White (White, 1992) distingeix tres formes de discurs històric: els annals, la crònica i la narració. Les característiques que distingeixen aquesta tercera són (White, 1992: 20-38):

- La lògica cronològica hi ha de ser però la seqüència estricta –que guia els annals– és menys important que un altre tipus d'estructura, la coherència, atorgada per la voluntat moralitzant del relat, que fa que aquest estigui dotat d'un tema vertebrador –com en el cas de la crònica– però també d'una conclusió –a diferència dels altres dos que, simplement, s'acaben, però no queden “simbòlicament” tancats.
- La consciència d'aquest paper i la voluntat explícita d'assolir l'objectiu perquè, normalment, l'emissor és el propi poder establert, que es legitima. Mentre que en els annals tenim la sensació que el motor és el temps, que fa que passin coses a les persones, en la narració, el motor són les persones, que prenen un paper actiu i en són conscients.
- Per tot això, les narracions històriques donen forma al món i aspiren a transmetre aquesta concepció. Estan adreçades a un col·lectiu divers.

La funció del discurs històric ha canviat des de l'Edat Mitja en què, efectivament, el poder estatal més o menys legal feia servir la Història per legitimar-se. Ara, en canvi, per influència dels *Annales*²⁷ (White, 1992: 51), pretén ser més “objectiu”, no pas en el sentit d'eliminar completament la intervenció de l'investigador/a –perquè això és impossible– sinó de desvincular-se d'aquest poder per fer-ne també el seu objecte d'estudi. Des d'aquest punt de vista, la Història pot ser tan objectiva com les Ciències; allò que no podrà ser mai és experimental. En canvi, si considerem que l'única forma possible de fer Història és la narrativa com a sinònim d'història amb moralitat, llavors segur que no serà mai objectiva en el sentit (erroni) atorgat tradicionalment. Ho seran més els annals perquè, tot i que també estan esbiaixats perquè fan una selecció, si més no, no imposen una estructura als fets basada en una finalitat externa, sinó que els intenten ordenar tal com es presenten a la percepció. Per altra banda, l'estructura coherent és desitjable però no pas la que proporciona la intenció moralitzant, com passava durant el s. XIX (White, 1992: 38), sinó la voluntat de trobar explicacions i, com a molt, de fer una valoració en funció de la variable concreta que era l'objectiu de l'explicació.

²⁷ Com a resultat del rebuig a les tendències anteriors, per als Annals la funció de la Història era analitzar les tendències a llarg termini, explicar processos impersonals, explicitar el rerefons ideològic dels documents i allunyar-se al màxim de la narrativa a l'hora de produir els estudis científics per evitar de caure novament en la mitologia (White, 1992: 49-51).

Els *Annales*, la influència estructuralista sobre ells (White, 1992: 51-52) i després el postestructuralisme (White, 1992: 54-55) –sempre dins l’escola francesa, perquè la filosofia analítica anglòfona defensava la narrativa com a representació i com a explicació (White, 1992: 56)– han estat l’origen, tot i que partint de punts de vista lleugerament diferents, d’alguns dels problemes epistemològics bàsics actuals de les disciplines històriques. El seu rebuig del paradigma historiogràfic burgès, representat pels desigs respectius de convertir la Història en una disciplina científica i de “deconstruir” la concepció del món amagada en el discurs, els va portar a posar en entredit l’única forma de comunicació amb què compta la disciplina i a centrar-se només en els grans processos, oblidant els agents i espais històrics tradicionalment deixats de banda i confrontant-la a la impossibilitat d’evitar la pura interpretació. No deixa de ser irònic que el mateix element que al s. XIX havia estat garantia de veritat – no és causalitat que la novel·la realista també es desenvolupés en aquest moment (White, 1992: 55)–, un segle després es convertís, com a conseqüència dels treballs de Lévi-Strauss, els *Annales* o Barthes, en l’estigma de la manca de científicitat.

En la meva opinió, la “narrativitat” és una propietat, comuna a les fonts històriques i als estudis científics, que designa la forma de comunicació, no pas un objectiu determinat per una intenció externa o bé per l’acceptació d’una limitació epistemològica. Així doncs, estic d’acord en què la narració històrica té una funció explícita, però no crec que sigui moralitzant, com es va practicar des de l’Edat Mitja fins el s. XIX, sinó científica. La Història no ha de ser axiològica –el que hauria de ser o d’haver estat– sinó nomotètica –el que és o va ser. Tot i que, quan fem Història mirant cap el passat, no podem saber exactament com va ser i, si mirem cap el present, intentant de comprendre’l, sempre hi ha implícit un com voldríem que fos o com haurien d’haver anat les coses perquè avui fossin millors. Però aquesta és una “finalitat” secundària i no pas primària com en els documents històrics i la Història dels s. XIX i XX, que va confondre el seu objectiu amb el dels documents que estudiava. Així doncs, el relat dels esdeveniments reals no s’acaba amb la moralitat (White, 1992: 37); s’acaba quan s’ha respost a la pregunta de partida i això és el que li atorga l’estatus científic.

Això no obstant, aquesta voluntat de científicitat no significa que m’alineï amb els *Annales* i les escoles de pensament franceses dels anys 50 i 60. No crec que l’objectiu sigui apropar-se a (una concepció limitada de) la Ciència a través de l’eliminació del llenguatge natural i l’explicació de grans processos en què es puguin encabir lleis universals –com també va passar en aquest mateix moment a l’Arqueologia amb la *New Archaeology*– sinó que s’ha de considerar la Història com una forma específica de coneixement científic, amb les seves característiques particulars, entre les quals es troba l’ús del llenguatge natural com a forma de comunicació. La forma de distingir entre aquesta funció purament comunicativa o científica i la moralitzant dels documents històrics o la producció historiogràfica decimonònica es situa en l’àmbit de la semiòtica: depèn de la intenció i del referent. Si és extern, correspon a la primera; si s’expressa una condició emocional de qui escriu o es pretén suscitar una actitud en el/la lector/a, llavors correspondrà a la segona (White, 1992: 57).

El propi Hayden White contextualitza la meva posició (White, 1992: 58):

“La mayoría de los que defenderían la narrativa como modo legítimo de representación histórica e incluso como modo válido de explicación (al menos para la historia)

subrayan la función comunicativa. Según esta concepción de la historia como comunicación, una historia se entiende como un “mensaje” sobre un “referente” (el pasado, los acontecimientos históricos, etc.) cuyo contenido es tanto “información” (los “hechos”) como una “explicación” (el relato “narrativo”). Tanto los hechos en su particularidad como el relato narrativo en su generalidad deben satisfacer un criterio de valor de verdad de correspondencia, así como de coherencia.”

És a dir, que perquè sigui considerat coneixement vàlid cal coherència interna, un paràmetre formal, i correspondència amb la realitat, un paràmetre de contingut que pot estar format per relacions causals i/o per les intencions que motiven els agents humans dels esdeveniments en qüestió (White, 1992: 59). Segons aquesta concepció, la narrativa no és més que un mitjà, una forma de representació, i no afegeix cap informació per ella mateixa; però, en canvi, per les seves característiques, permet que ho faci el contingut. Per això no es pot considerar una simple representació inofensiva de la realitat, ja que permet múltiples combinacions que impliquen interpretacions diferents. I, per aquest motiu, la distinció entre crònica, annals i narració no és només formal, sinó que també implica el significat que cadascuna produeix. En el fons, cap forma de representació no és neutra, fins i tot les científiques o el propi ordinador –com veurem al capítol dedicat a les “Computadores” com a instrument de cerca de coneixement– imposen el seu punt de vista i les concepcions subjacents.

Per això no estic d'acord amb Hayden White quan afirma que la narrativa conté alguns elements argumentals científics, però no són centrals perquè l'important són els fets (White, 1992: 61). Les explicacions causals no haurien de ser mai secundàries, sinó principals, perquè si no, les disciplines històriques no tenen cap funció útil en la societat actual. Per ell, el valor de la narrativa històrica és que es tracta d'un significat produït per una societat a partir de la interpretació dels seus propis esdeveniments (White, 1992). Però això significa que llavors cal una altra disciplina metahistòrica per analitzar aquests discursos. Malgrat que té raó, crec que aquesta és una funció secundària, que s'acomplirà en el futur o que es pot realitzar ara com a eina d'autocrítica, però la funció primordial és l'anàlisi del present des d'una perspectiva diacrònica.

Això mateix m'oposa a Ricoeur i altres filòsofs d'orientació hermenèutica, que porten més enllà les concepcions “narrativistes” i s'oposen definitivament a les pretensions de científicitat, ja que consideren que la narració no proporciona explicacions sinó comprensió sobre una realitat que pot ser misteriosa (White, 1992: 67, 71). Com es pot comprendre allò que no s'explica? El fet que practiquin una “metafísica de la narrativitat” i considerin que la interpretació de la Història equival a la interpretació d'un text permet comprendre per què Ricoeur manté aquesta afirmació: es pot comprendre el propòsit, els continguts del text, sense necessitat de comprendre els fets als quals fan referència perquè l'important per a la disciplina és el primer, no els segons. Llavors, tot es redueix a la crítica textual d'un discurs que té el temps com a referent últim (White, 1992: 69) i no pas a “les accions humanes en el passat” (White, 1992: 67) pròpiament dites. Per això considera que la “narrativitat” és molt més que una simple forma de representació, constitueix un univers simbòlic per ella mateixa. I, probablement, té raó, però tot això l'apropa més a la Literatura que no pas al coneixement científic, que és el que jo considero útil des del punt de vista de la funció que han de desenvolupar les Ciències Històriques a la societat. Si, en lloc de considerar que s'estudia el passat, hagués girat l'objectiu cap el present, potser no es veuria obligat a parlar de “misteri” i a aturar l'anàlisi al nivell textual, perquè ha perdut qualsevol

contacte amb l'objecte d'estudi, que era la societat. Per aquest motiu ja no parlem d'Història sinó d' "historicitat".

Pel que fa a l'**Arqueologia**, és l'altra de les dues principals maneres d'aproximació a la diacronia. Però, a l'hora de definir-la, cal explicitar d'entrada dues diferències fonamentals respecte de la concepció tradicional. La primera és que no consisteix en l'estudi del passat sinó del present. Malgrat les desavinences internes, sovint prou importants, la majoria de grans tendències arqueològiques han coincidit en el fet que l'objecte d'estudi era el passat. No debades, el propi terme "Arqueologia" significa l'estudi del passat. Però això comporta un problema fonamental i és que, tal com va acabar concluint l'Arqueologia postmoderna, mai no es podrà assolir aquest objectiu perquè els processos ja s'han produït i no han deixat evidències materials de tots i cadascun dels factors que hi van intervenir, o bé són molt indirectes i no les podem entendre. El propi Ian Hodder afirma que la majoria dels intents clàssics de demostrar la comprovació d'hipòtesis han fracassat (Hodder, 1999: 20). És possible que aquesta limitació epistemològica desaparegui si concebem l'Arqueologia a partir de les dues diferències que proposo en aquestes línies. En primer lloc, com deia, traspasar l'objecte d'estudi des del passat cap al present. En el fons, aquesta no és una idea nova, sinó que ja la va formular Vere Gordon Childe (Childe, 1972) per primera vegada quan deia que estudiem el passat per comprendre el present, i l'han represa alguns autors postprocessualistes, per exemple Hodder o Shanks i Tilley, però ara com a conseqüència de les seves concepcions socials: atès que no podem conèixer el passat, però que sí estem segures i segurs que el coneixement sobre aquest es pot manipular per legitimar actituds i accions en el present, l'objectiu final de l'Arqueologia és prendre un partit actiu en la construcció de les identitats i la solució de les desigualtats i els abusos actuals. Altres autors i autores critiquen el discurs impersonal i autoritari dirigit només al consum professional i consideren que l'Arqueologia és una pràctica contemporània que només pot presentar les experiències d'aquest passat que tenim al present (Bender, Hamilton *et al.*, 1997: 150). Tanmateix, l'únic que parteix d'una premissa epistemològica i no pas política és Joan Anton Barceló, postura a la qual m'afegeixo, malgrat que no comparteixo alguns dels punts del seu desenvolupament científic. Si volem comprendre perquè el nostre context és d'aquesta manera i no d'una altra i com podem actuar sobre ell, la única via de comprensió serà, tal com fa la Geologia, el plantejament explícit de problemàtiques actuals i la recerca de les causes en el temps.

L'altra diferència de plantejament respecte de la concepció tradicional de l'Arqueologia és que la disciplina no neix en desenvolupar una forma específica d'anàlisi mitjançant unes fonts concretes, el registre material, sinó l'empra perquè ja el té com a objecte d'estudi.

"No hi ha, doncs, cap diferència entre Història i Arqueologia. I cronològica encara menys. L'Arqueologia és una manera de fer Història...sense fer servir fonts textuales [...]. És el raonament històric aplicat al món dels artefactes i, per tant, al món del treball (transformació de la naturalesa), és a dir, l'anàlisi causal de l'acció transformadora de les societats humanes" (Barceló, 1998b: 31).

Això implica que, en el fons, fa servir unes fonts privilegiades per al seu objectiu: una manera de comprendre i explicar aquests processos és a través de les seves conseqüències materials, "per determinar si en el passat es produïren els mateixos efectes que en el present i si els processos actuaren de la mateixa manera" (Barceló, 1998b: 31) perquè els objectes materials són manifestacions més o menys perennes

d'una dinàmica històrica que s'ha anat acumulant i de la qual som els hereus. El problema apareix si preguntem per aspectes que no es materialitzen directament en el registre. Per això, l'Arqueologia, com a disciplina històrica, s'ha de plantejar preguntes sobre aspectes (materials o no) del present susceptibles de tenir una manifestació material directa en la seva evolució temporal. Per construir les seves explicacions, l'Arqueologia analitza els diferents estats d'aquell aspecte i els relaciona tot descobrint els mecanismes que permeten passar d'un nivell a l'altre.

En conclusió, i lligant amb la idea sobre les Ciències Històriques esmentada anteriorment, l'Arqueologia no és una disciplina auxiliar ni tampoc independent de la Història. Totes dues comparteixen un mateix objectiu general –la comprensió del present– però l'intenten assolir a partir de metodologies diferents i això condiciona objectius parcials diferents: com que l'Arqueologia treballa amb la materialitat, no pot ocupar-se d'aquells aspectes que no es fossilitzen o que ho fan tan indirectament que és impossible seguir-ho en el registre arqueològic²⁸. Mentre que la Història pot parlar també d'ideologies i simbologia, l'Arqueologia (només) es pot centrar en la materialitat. El seu objectiu és la nostra relació amb els objectes –en sentit ampli– que ens envolten, ja sigui perquè la mare natura els ha posat allí o perquè nosaltres els hem creat. La conjunció d'aquestes dues perspectives –el present i la materialitat– pot contribuir a superar l'asímtota epistemològica en què l'objectiu tradicional l'havia situat.

D'aquí la importància de la tecnologia des dels orígens de la disciplina i el concepte de “cultura” tradicionalment associat, perquè la seva fossilització és directa²⁹ i, sobretot, permet la comprovació directa d'hipòtesis, per exemple, a través de l'experimentació. Però, ¿com assolir una explicació directa a partir d'allò que no es fossilitza (pensaments, símbols) i que actua tan indirectament sobre les restes materials, que no ho podem verificar o bé que ho fa directament però, com que no compartim el llenguatge, el context simbòlic, no podem desxifrar les relacions entre simbolisme i materialitat i, per tant, no podem oferir explicacions de manera directa? Normalment, s'expliciten molt clarament en què es fonamenten les hipòtesis interpretatives –marc teòric, dades, paral·lels, metodologia, etc.–, sobretot quan s'ofereixen explicacions al públic, perquè aquest entengui d'on han sortit les conclusions que se li presenten. Però igualment podem caure en un relativisme insalvable perquè la validesa de les nostres afirmacions queda únicament garantida per la seva coherència amb el marc teòric preestablert. Així, trobem exemples en la prehistoriografia catalana recent de projectes de recerca en què s'explicita fins al més mínim detall el marc conceptual bàsic i, a partir d'aquest, s'interpreten les dades. Però quina seguretat tenim que aquestes afirmacions són més certes que les del marc veí? Potser el millor és, simplement, no parlar-ne: la Ciència no es fica en coses que no pot confirmar. Per què nosaltres sí? Perquè hem d'acceptar una metodologia més pròpia de la Literatura o la Filosofia que de les Ciències? Doncs perquè l'Arqueologia encara manté les seves arrels artístiques del s. XVIII, és a dir, descobrir “tresors” enterrats i escriure faules sobre el seu origen. O, més recentment, verificar històricament la història particular associada a aquell objecte. Això és molt

²⁸ Això no significa caure en el mateix problema que se li criticava a Binford (Wylie, 1994: 105) sobre el fet que només és accessible allò que li interessa i només li interessa allò que és accessible, perquè jo no nego la importància de l'esfera simbòlica i crec que s'ha de tenir en compte en les explicacions però no com a objectiu, sinó com a variables que intervenen i, sobretot, perquè en orientar la pregunta cap el present, l'esfera no material sí és assolible perquè encara funciona.

²⁹ L'error ha estat considerar, a partir d'aquí, que la tecnologia condiciona la resta d'esferes de la vida humana quan, sovint, és totalment al revés.

romàntic i també molt atractiu des del punt de vista de la divulgació, però poc útil per la societat actual.

Crec que l'Arqueologia està ben situada per seguir aquest enfocament particularista perquè sempre obté les seves informacions a partir de la singularitat d'una estructura o un jaciment i llavors, a través de l'acumulació i comparació de dades provinents d'altres jaciments, construeix explicacions generals. Per tant, les grans tendències –la macroestructura– són construccions epistemològiques de segon ordre, inferides a partir de les dades bàsiques. La singularitat no és menys científica que l'aproximació “estadística” –no pas inductiva– als processos generals, però utilitzarem una o altra en funció de la pregunta de partida. Crec que molts dels debats sobre l'estatus epistemològic de l'Arqueologia eren estèrils perquè partien d'una visió unitarista, excloent, de la disciplina: consideraven que només hi podia haver una única escola, aproximació o mètode per construir coneixement³⁰. En la meua opinió, l'Arqueologia pot i ha de contenir mètodes diferents i s'emprarà un o altre depenent dels objectius, l'escala, la problemàtica inicial, etc. El que cal aconseguir és, a l'hora de la recerca, estandarditzar els criteris de tria i, a l'hora de la comunicació, explicitar el marc teòric i metodològic.

I.2.2.4. Funcionament epistemològic de l'Arqueologia

I.2.2.4.1. La dicotomia descripció / interpretació

La present explicació sobre els fonaments de l'Arqueologia també partirà de la crítica a una concepció actual –aquella que estableix una asymptota insalvable entre la descripció del registre material i la interpretació– perquè crec que prové, a més de la ja esmentada concepció errònia de la Ciència, d'una noció molt limitada d'interpretació i una concepció errònia dels objectius de la disciplina: la funció de l'Arqueologia no és excavar jaciments per interpretar què hi va passar, ni conèixer el passat en general, sinó comprendre la materialitat present.

En la meua opinió, tal com han emfasitzat també altres autors (Barceló, 1998b; Trigger, 1992; Wylie, 1994), establir una dicotomia entre descripció del registre –material, quantificable, científica– i interpretació –narració personal inferida a partir d'unes evidències i recolzada per un marc teòric–, deixant de banda el fet que la interpretació (subjectiva) es produeix en totes les fases del procés de recerca (Hodder, 1999: 102), crea una asymptota gairebé insalvable entre explicació i descripció. Això mateix succeïa al s. XIX en Història, que distingia entre la narració dels fets esdeinguts realment i la interpretació subjectiva d'aquests (White, 1992: 43). Hegel, en canvi, considerava que la narrativa és inherent a la Història, que no es poden separar els fets i les interpretacions perquè la forma i els continguts són una mateixa cosa (White, 1992: 44). Aquesta és la idea que ha arribat fins a l'Arqueologia postmoderna. Però, si l'acceptem, llavors la disciplina es troba, des del punt de vista epistemològic, dividida entre dos móns: les primeres fases del procés de recerca es consideren “científiques” perquè es basen en l'empíria i en tècniques experimentals³¹; les darreres fases es

³⁰ De totes maneres, per obtenir explicacions sobre la causalitat d'un fenomen i sempre en funció de l'escala, crec que cal adoptar una visió general perquè, si no, cauríem en la inducció.

³¹ És un error perquè la científicitat no té a veure només amb les tècniques sinó amb la coherència entre la teoria, les dades i la metodologia emprada durant el procés (Barceló, 1998b: 36).

consideren purament interpretatives perquè no hi ha evidència directa, sinó inferències a partir del registre arqueològic, i l'excessiu èmfasi en aquest fet sense eines crítiques de control ha acabat portant a caure en el relativisme del subjectivisme hermenèutic (Criado, 2001: 129).

Aquest desequilibri essencial queda reflectit a les publicacions escrites dins aquesta concepció (Bender, Hamilton *et al.*, 1997), pel fet que mostren una gran incoherència interna entre una descripció molt detallada de les fases lligades a les dades empíriques – prospecció, excavació, anàlisi dels objectes o de les cartografies– i la interpretació posterior de les troballes, lliure, literària, plena de comentaris subjectius i experiències personals però que, tanmateix, presenta les conclusions com a coneixement vàlid o veritable. Per què fer –o finançar amb fons estatals– una recerca tan detallada que es basa en pensaments o interpretacions actuals sobre allò que queda del passat? Què obtenen realitzant excavacions i anàlisis amb la metodologia “positivista tradicional” per després parlar de les impressions personals sobre un passat mitificat que no sempre guarden relació amb les conclusions de les anàlisis anteriors? Trobo que aquí hi ha una incoherència epistemològica i metodològica molt gran i que, sovint, no es presenta res radicalment diferent de l'Arqueologia anterior –fins i tot expressen els mateixos objectius (Bender, Hamilton *et al.*, 1997: 172)–, només canvia el fet que ara justifiquen la subjectivitat i la poca científicitat de les inferències per altres mitjans.

Una altra possibilitat ha estat explicitar molt bé el marc teòric en què s'emmarca la recerca, de manera que la “hipòtesi” es verifica a través de la bondat d'ajust respecte d'aquest marc general. A primer cop d'ull, això no sembla gaire diferent del que es fa en Ciència ja que, contràriament a l'oposició maniquea entre coneixement científic i ideologia que ha caracteritzat la història de tot el pensament occidental (White, 1992: 199), en ella coexisteixen diferents marcs teòrics que condicionen la metodologia, les observacions, etc. La diferència rau en què, en el cas de les Ciències, la validesa es basa en la necessitat que les evidències siguin coherents amb les previsions derivades de la teoria, mentre que, en el cas de l'Arqueologia, s'apliquen directament sobre les restes materials unes concepcions polítiques o purament heurístiques i que, com a molt, s'han validat sobre allò mateix que s'intentava verificar. El marc teòric no és el garant universal, és a dir, la ideologia no ha de justificar i legitimar les interpretacions perquè això genera exactament el mateix que abans, un seguit de discursos paral·lels, amb la diferència que ara el relativisme no es troba en cada projecte sinó que s'ha traslladat a un nivell superior, el de les concepcions teòriques. L'Arqueologia és per definició una disciplina empirista, perquè proporciona explicacions a través de la cultura material i les seves transformacions al llarg del temps; i podria apropar-se a les Ciències si, en lloc de generar hipòtesis sobre el passat que mai no es podran contrastar, proposés hipòtesis sobre el present, perquè en aquest cas, si més no, coneixement l'estat final i tenim un punt d'ancoratge fix i realment comprovable perquè és directament observable³².

A més, crec que l'inductivisme interpretatiu, és a dir, excavar i interpretar els resultats, és un gran error: cap disciplina científica de coneixement es basa en l'exploració atzarosa sinó en el mètode hipotètic - deductiu perquè si se sap què es

³² Per exemple, podem fer models explicatius que tinguin en compte els estats intermedis i simular el desenvolupament per veure si dona com a resultat l'estat present. Això permetrà anar-lo ajustant, afegint variables o modificant les vells fins que proporcionï una imatge similar al present. Naturalment, s'ha d'analitzar un fenomen molt ben acotat, per això queda cada cop més clar que l'Arqueologia ha de tractar principalment amb les qüestions relacionades amb la cultura material.

pregunta, se sap com trobar la resposta; s'estructura bé el problema i potser no es podrà resoldre però, si més no, es tenen clars els objectius, les metodologies i els punts febles. Per altra banda, malgrat que les descripcions també són necessàries, no s'aprofita tot el potencial de les eines de coneixement humà perquè no hi ha explicació. La narrativa és literatura i també és una forma de coneixement –propi de les Humanitats–, però l'Arqueologia, si ha de ser útil des del punt de vista social, com ho són la Medicina, la Genètica o les Ciències dels Aliments, ha de cercar explicacions contrastables sobre problemàtiques d'interès actual. La concepció postmoderna és la causa fonamental de la majoria de problemes epistemològics –com per exemple es reflecteix a (Bender, Hamilton *et al.*, 1997: 173)– i per consegüent socials de l'Arqueologia, perquè els objectius, els mètodes i les conclusions són els mateixos³³ però s'expressa la desconfiança cap a la pròpia disciplina i, per tant, es veu clarament que tot són suposicions i que no ens està proporcionant cap coneixement útil, a part de literatura per a professionals, ja que el públic general no pot entendre totes les explicacions especialitzades de la primera part.

L'acceptació actual d'aquesta dicotomia descripció / interpretació del registre implica una concepció molt propera a la de Lewis Binford –malgrat que els postprocessualismes s'oposessin explícitament a la Nova Arqueologia (Wylie, 1994)– que, al meu entendre, és errònia. Com he exposat anteriorment, l'Arqueologia ha estat dividida entre dues postures. En primer lloc, els models teòrics que volien fer Ciència partint d'una concepció processual, positivista i nomològica - deductiva. Adoptaven la concepció més restrictiva de la Ciència i consideraven que el coneixement és objectivable. Es centraven en les primeres fases de la recerca perquè no els interessava res que fos simbòlic, ja que no s'hi pot arribar –no és material– i perquè no obeeix a lleis (Wylie, 1994: 100). Partien de la premissa que tot el comportament humà respon a adaptacions al medi i aquest sí és un àmbit susceptible de proporcionar lleis obtingudes amb metodologia científica. Així doncs, assimilaven el món humà al biològic i físic per poder-hi transferir la metodologia. Com que les concepcions anteriors presentaven problemes –Alison Wylie (Wylie, 1994) en fa una exposició mot detallada i coherent–, van ser criticades des del pensament postmodern i això va donar lloc a la segona postura. La conclusió a què van arribar és que hi ha coses que mai no es podran saber però que són vàlides per la seva coherència amb la teoria. El seu objectiu també és obtenir coneixement vàlid sobre el passat, però ara la validesa es basa en l'acceptació de la naturalesa subjectiva –interpretativa– del coneixement (Bender, Hamilton *et al.*, 1997; Criado, 2001).

El primer problema és que s'agafa una definició molt limitada d' "interpretació". La interpretació sorgeix a partir de la combinació de la subjectivitat, la racionalitat –proporcionada pel paradigma cultural bàsic– i el context –és a dir, la interacció entre la persona i el seu entorn social (Criado, 2001: 138). En altres paraules, la interpretació es produeix quan s'obté coneixement sobre un objecte particular a través de la interacció amb un horitzó de subjectivitat actual i la seva comparació amb l'horitzó de subjectivitat en què va ser emprat (Criado, 2001: 138). Per tant, la interpretació no s'ha d'entendre com la simple narració de les impressions personals, sinó com la integració d'aquella part de l'equació que havia estat deixada de banda pel processualisme –la

³³ Segons el postprocessualisme, l'Arqueologia és una acció interpretativa que consisteix en el desxiframent per part d'una persona situada en el context present d'un registre històric creat per altres persones per tal de comprendre el context original i els processos patits posteriorment (Criado, 2001: 136).

intervenció de l'individu present (l'observador/a) i passat i tot el bagatge psicològic i cultural que comporta— com a nova via per mantenir una garantia de validesa del coneixement.

En segon lloc, fins i tot aquesta postura genera una inconsistència interna: tenim mètodes inadequats als objectius. Cal preguntar-se —com també planteja Alison Wylie (Wylie, 1994: 108) i, anteriorment Lewis Binford, encara que a partir de bases discutibles— quina mena de disciplina és aquella que accepta ja d'entrada que s'interessa per una cosa que no pot saber. La disciplina és coixa, es construeix amb un defecte fonamental inherent. És evident que la capacitat humana de coneixement té uns límits, establerts a dos nivells: a curt termini, determinats pel pensament i els recursos econòmics i tecnològics de cada moment; a llarg termini, per la mateixa naturalesa de l'ésser humà. Conseqüentment, seria poc realista pretendre trobar una disciplina que no hi estigui sotmesa. Tanmateix, la primera condició del coneixement humà proporciona un marge prou flexible, que ens remet a la concepció de cada disciplina. En conclusió, i tornant a la qüestió, fins ara l'Arqueologia ha desenvolupat exageradament la part metodològica, tot i acceptar que el passat no es pot conèixer, i això ha generat un desajust amb els objectius i les problemàtiques. Potser el que cal es plantejar nous objectius i establir problemàtiques realistes tenint en compte quines són les metodologies amb què comptem per resoldre-les.

Per entendre aquest desajust cal recular fins els orígens de la disciplina. L'Arqueologia moderna neix al s. XIX, en el moment de l'eclosió del pensament evolucionista i la seva influència en les concepcions historiogràfiques del moment: els estudis geològics “demostraren” la idea il·lustrada de progrés i les obres de Sociologia, Biologia i Economia contribueixen a fixar-la i naturalitzar-la dins el pensament occidental (McGlade, 1999: 8). Això determina les característiques de la nova disciplina, que se serveix d'una metodologia pràctica i “objectiva” —els mètodes cronològics— per tal de descriure el pas lineal del temps des de la perspectiva de les “civilitzacions” (McGlade, 1999: 8), de la mateixa manera que la presentació dels fets històrics justifica per ella mateixa les fites econòmiques, polítiques i socials del moment i conviden a participar i enaltir el nou ordre social sorgit de la industrialització (White, 1992: 34, 36). Per això ens trobem que, a l'hora d'explicar les relacions socials, econòmiques i polítiques d'un grup concret, el registre és incapaç de respondre a les nostres preguntes: la metodologia més bàsica va ser dissenyada amb l'objectiu de mesurar cronològicament una evolució lineal i ascendent evident a través del material. Per això es limita a la classificació i la descripció dels objectes. Això no obstant, el debat teòric va anar transformant els objectius de la disciplina i els va apropar a la voluntat de “conèixer el passat” i no pas de justificar la supremacia present. Com a resultat, es produeix un conflicte entre la metodologia construïda per als objectius inicials i els objectius actuals: si es cerquen descripcions socials, econòmiques, etc., cal fer parlar el registre arqueològic des d'una perspectiva completament diferent.

El postmodernisme ha suposat, en certa manera, el retorn als interessos inicials, però ara sota una perspectiva crítica i més conscient. S'accepta que el passat no es pot conèixer i que el registre arqueològic conforma el Patrimoni, una entitat amb profundes implicacions socials, econòmiques i polítiques, susceptible de ser manipulat en funció d'aquests interessos. Per aquest motiu, l'objectiu es centra en trobar noves perspectives d'anàlisi del registre, que critiquin els usos abusius o incloguin nous col·lectius i els permeti expressar les seves concepcions i construir-se amb l'ajut del registre

arqueològic. Malgrat que no nego l'interès i la necessitat de la “nova” manera de fer Arqueologia, cal tenir en compte que, fins i tot en aquest cas s'està fent referència al passat i intentant conèixer-lo per poder justificar el present. En altres paraules, malgrat el relativisme i l'orientació cap als problemes socio - polítics presents, l'interès pel passat no ha desaparegut i, encara amb més motiu, es vol que la informació sigui fidedigna perquè de la seva veracitat científica en depèn la justificació de les demandes del col·lectiu. Per tant, com també remarquen altres autors (Barceló, 1999), no només és erroni sinó que és perillós acceptar el relativisme perquè, com que no es duu a terme una tasca sistemàtica de proporcionar una metaperspectiva a la societat, es dona carta blanca perquè les persones o institucions que tenen accés al Patrimoni i/o al coneixement del passat el manipulin. Així doncs, crec que, malgrat que pugui semblar el contrari, els usos postmoderns actuals –també hi ha sectors que encara mantenen les concepcions de les dues grans tendències anteriors– exigeixen un desenvolupament teòric metodològic per l'estudi del registre material. Perquè, per altra banda, no podria ser que realment fos possible obtenir coneixement científic en Arqueologia?

1.2.2.4.2. Objectiu de l'Arqueologia

Això significa que els límits epistemològics de la disciplina es poden eixamplar amb l'ajut de noves tècniques però, sobretot, d'un canvi de paradigma. Si la voluntat de conèixer el passat –compartida per la majoria de les tendències arqueològiques existents fins ara– ens porta sistemàticament a topiar amb una barrera imposada pel temps, potser caldria deixar de considerar-lo l'objecte d'estudi i situar-lo epistemològicament com un operador, és a dir, un mitjà per obtenir coneixement. Aquí és on entren en joc les nocions d'explicació i de causalitat. Quina és la pregunta que té l'evolució temporal com a vehicle per obtenir resposta? Doncs aquella que planteja les causes d'un estat present: “per què això és com és?”. Com que la simple enunciació d'aquesta pregunta és una acció en el present, el seu contingut també estarà relacionat amb el present. Totes les coses estan sotmeses al pas del temps i es transformen –a diferents velocitats i per diferents raons– a mesura que aquest passa. Per consegüent, el temps està relacionat molt de prop amb la causalitat. Si les Històries –humana, geològica, etc.– tracten sobre el temps, són les més indicades per respondre a preguntes d'aquesta mena. Diu Joan Anton Barceló (Barceló, 1998b: 31):

“La dificultat sembla raure en la confusió entre objecte d'estudi i objectiu de l'estudi. Efectivament, l'Arqueologia estudia artefactes produïts / utilitzats en el passat. Aquest, però, no és el seu objectiu, sinó el mitjà del qual se serveix per complir el seu objectiu. En tant que disciplina històrica, l'objectiu no és conèixer (descriure, documentar) el passat, sinó esbrinar els processos de formació (causa) del present. La Història, i amb ella l'Arqueologia, no és una base de dades d'objectes i fets antics, sinó una descripció del perquè de la nostra vida, ara i aquí, en tant que individus pertanyents a un grup social concret.”

Això pot semblar una font de “problemes” perquè, a més dels associats a l'adopció d'una perspectiva diacrònica –que estudia el canvi, no estats puntuals–, els processos que porten a la formació del registre arqueològic ja han passat i no es poden reproduir experimentalment (sí de manera limitada, però el context serà completament diferent). Per això qualsevol inferència sempre és indirecta. Aquest fet l'allunya de les definicions més tradicionals de Ciència, que es basen exclusivament en les característiques de les disciplines experimentals, però en canvi, l'apropa a disciplines com la Geologia o

l'Astrofísica, que tenen a veure, respectivament, amb els processos passats i amb fenòmens no observables, i tanmateix ningú no les consideraria mai poc científiques. El coneixement arqueològic es pot considerar un tipus concret de coneixement científic, pels seus objectius i perquè la definició general de Ciència, com vèiem anteriorment, tampoc no és una idea tancada i s'ha transformat radicalment en els darrers anys. La solució és, com deia, enfocar-ho de manera diferent, cap el present i no pas cap el passat, per evitar la impossibilitat de coneixement i, sobretot, per construir una teoria bàsica que permeti fer inferències.

Tanmateix, en aquest plantejament cal tenir en compte dues premisses fonamentals, que poden modificar-lo sensiblement. D'una banda, a l'hora d'abordar l'anàlisi dels estadis successius, que la concepció del temps no és objectiva i universal, sinó que, tal com van evidenciar diversos estudis antropològics al llarg del s. XX (McGlade, 1999: 9) i com després ha demostrat la Teoria del Caos per al cas del planeta (López de Lacalle, 2000) –ho veurem més endavant–, existeixen diverses temporalitats percebudes o viscudes, que determinen els processos de reproducció social (McGlade, 1999: 8). La segona premissa és que la causalitat no és unívoca ni lineal i, per això, el procés de canvi històric s'assembla més a un sistema caòtic –comportament estocàstic regit per lleis deterministes, autoorganització dels sistemes a partir de la interacció de múltiples agents i importància de la retroalimentació positiva– que a la visió tradicional d'estadis successius i necessaris de progrés en què grans causes produeixen grans efectes (McGlade, 1999: 11). En el primer cas, el concepte de temps acceptat dependrà de l'objectiu i l'abast de la problemàtica de partida: si és cert que existeixen diversos ritmes temporals dependent de les persones, l'espai i les activitats que s'hi duen a terme, caldrà determinar quina temporalitat actua en funció dels paràmetres que caracteritzen cada cas estudiat³⁴. En el segon cas, es tracta de modificar la concepció de les societats humanes i l'orientació tradicional de la recerca històrica (McGlade, 1999: 11) per apropar-la més a la seva realitat: és a dir, no entendre que estan regides per lleis universals deterministes com les que hem construït per al funcionament de l'univers, sinó que es tracta d'un conjunt d'agents de naturalesa diversa interactuant entre ells amb resultats imprevisibles cap el futur però determinats des de la perspectiva del passat.

1.2.2.4.3. Estructura epistemològica bàsica de l'Arqueologia

Havent vist quin és l'objectiu de l'Arqueologia –estudiar els fenòmens del present relacionats amb el nostre entorn material–, passem a detallar els elements bàsics de la meua concepció sobre el funcionament de l'Arqueologia. A nivell general, i com ja vèiem en parlar de Filosofia de la Ciència, es poden distingir dos tipus d'explicacions, les empíriques i les teòriques, i la interacció entre totes dues es el motor bàsic de generació del coneixement científic. Crec que aquesta és l'estructura bàsica que també ha de caracteritzar l'Arqueologia. Les explicacions empíriques proposen models –el

³⁴ Aquesta qüestió és important perquè és una nova font de distorsió en la lectura del registre arqueològic: mentre que aquest proporciona principalment informacions sobre les activitats de manteniment i, per tant, també sobre el temps que podríem anomenar “domèstic”, la historiografia tradicional ha presentat explicacions sobre els grans fets polítics, socials i econòmics i, per tant, relacionats amb el temps “normatiu” o “públic”. És evident que aquí tornem a trobar un conflicte entre Història i Arqueologia i una altra expressió del desajust entre objectius i capacitats de les fonts arqueològiques: la pregunta pels grans fets es pot trobar a les Cròniques, però l'excavació d'una cabana només pot parlar sobre les interaccions socio-econòmiques quotidianes.

Model_D, en la proposta de Read (Read, 1990)– que expressen la idealització de les condicions empíriques, tenen com a objectiu la congruència entre el model i les dades, fan servir mètodes estadístics i es verifiquen a través de la contrastació amb els fenòmens reals. Les segones estan lligades al domini teòric i produeixen models –el Model_T, en la proposta de Read (Read, 1990)– que expressen de manera abstracta i teòrica relacions definides, tenen com a objectiu expressar les conseqüències deduïdes de les relacions definides de manera abstracta, fan servir arguments lògics i simbòlics i es confirmen a través de la consistència lògica (Read, 1990: 55).

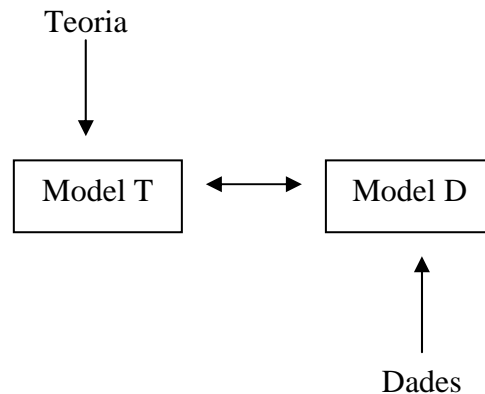


Figura 2: diagrama esquemàtic que mostra les relacions entre teoria, models i dades (Read, 1990: 34).

Depenent de la concepció de les teories científiques, alguns autors consideren que no hi ha diferència entre teoria i model teòric (Estany, 1993: 226). Aquest és el cas en àmbits de coneixement desenvolupats, en què els models tenen poder explicatiu i predictiu com les teories; però en canvi és útil en ciències immadures o preparadigmàtiques perquè ajuda a clarificar estructures i a distingir entre diferents nivells epistemològics i ontològics. Existeixen diferents definicions de model: com a entitat no lingüística en què la teoria és satisfeta; com a sinònim d'estructura, diferent de les lleis generals –per exemple en economia–; com a teoria més quantitativa i exacta que l'original, com a eina explicativa de fenòmens, etc. (Estany, 1993: 226). Crec, com Dwight W. Read (Read, 1990: 29, 56) i, en certa manera, Joan Anton Barceló (Barceló, 1998b) –encara que ell ho enfoca des d'un punt de vista molt més quantitatiu–, que l'Arqueologia pateix una greu manca de formalització i cal introduir-la per construir la base teòric - metodològica de la disciplina. Però, atenció, no s'ha de confondre la “formalització” amb la “formulització”, que ha estat –com vèiem en rebatre la concepció tradicional de la Ciència adoptada per l'Arqueologia– un dels grans problemes a l'hora de situar epistemològicament l'Arqueologia. Mentre que la formalització és una acció d'abast teòric i metateòric, l'establiment de fórmules només és possible en aquelles branques del coneixement que treballen amb entitats abstractes i/o fenòmens empírics que superficialment admeten de ser descrits i explicats a través de lleis universals. Dwight W. Read diu (Read, 1990: 33):

“We see in this hierarchy the paradox mentioned above. The aspect of mathematics which has the greatest immediate importance for the archaeologist in mathematical applications, namely methods for developing and expressing models based on measurement of quantities, is not the foundation of mathematical thinking, whereas what has greatest importance in mathematical reasoning, namely the development of a –

conceptual— system from a postulated set of axiomatic relationships, has had the least importance to the archaeologist. Nonetheless, the axiomatic method of reasoning can provide a model for the kind of reasoning than can be developed though formally expressed archaeological theory.”

La confusió principal ha estat, doncs, entendre les Matemàtiques des d'una perspectiva limitada, relacionada només amb els nombres i no pas amb el seu gran poder de raonament, degut precisament a la capacitat d'abstracció i al fet de manipular conceptes *a priori* (Read, 1990: 30). L'essència de les Matemàtiques no són els nombres sinó la metodologia. En altres paraules, no és l'empíria –d'això se n'ocupa la Física i, precisament, d'aquí venen les relacions i les desavinences entre ambdues disciplines– sinó la teoria. En paraules de Dwight W. Read (Read, 1990: 33):

“It is here that the power of mathematics comes to the fore, not in the modeling of relationships already determined, but in providing the schema through which the logic of relation ships can be drawn and explored. It is this reasoning aspect of Mathematics, I suggest, that has the greatest potential for aiding in the development of substantive theory relevant to the topic domain of archaeologists.”

I, més concretament (Read, 1990: 30),

“Mathematical formalism provides the means to express hypothesized processes and relationships in a manner that allows for the deduction of their implications for behavior viewed as the source for the empirical patterns distinguished and isolated by the archaeologist.”

Heus aquí el seu gran avantatge i el seu pitjor inconvenient: mentre que el mètode axiomàtic té una gran potència teòrica i permet desenvolupar fàcilment noves branques de coneixement, presenta problemes a l'hora d'aplicar-lo al món real (Read, 1990: 32) i, encara més, a l'àmbit humà. Per això, integrar les Matemàtiques a l'Arqueologia no implica convertir-la en una disciplina totalment quantitativa o lògica, sinó que significa anar un pas més enrera i adoptar les seves capacitats per a la construcció teòrica bàsica de la disciplina. Perquè, a més, l'aplicació de les Matemàtiques presenta un altre avantatge, que permet connectar amb la RV: aquesta disciplina de coneixement basa el seu poder d'abstracció en el fet de representar les entitats mitjançant símbols (Read, 1990: 39), que va ser, com veurem més endavant, la base per la creació dels ordinadors; per tant, la traducció de les entitats arqueològiques a símbols matemàtics, permet transferir-li les metodologies d'aquest àmbit i, més concretament, les aplicacions computacionals, entre les quals es troba la RV (com a model visual).

Així doncs, l'esquema anterior podria constituir l'estructura del funcionament de la disciplina, que posi en relació les (possibles) teories o els models sobre el funcionament de les societats les evidències arqueològiques. Dubto a parlar de teories perquè, definint el funcionament de les societats tal com es veurà a continuació, no crec que sigui possible establir teories en el sentit tradicional del terme, ja que aquest concepte té massa connotacions deterministes. Tanmateix, la Sociologia o l'economia han estat capaces de formular lleis generals, la qual cosa demostra que és possible, si més no, per alguns aspectes de la societat. I, a més, els àmbits de coneixement que estudien els sistemes complexos també reuneixen els seus coneixements en teories, ara que la concepció d'aquest terme està ampliada. Per tant, podem afirmar que caldria treballar per construir un cos teòric amb models sobre funcionament de les societats i, més

concretament, en relació amb la materialitat. La concepció semàntica de les teories científiques –la proposta de Dwight W. Read, amb la distinció de models teòrics i empírics s’inclouria en aquesta categoria–, així com l’acceptació de lleis probabilistes i d’una causalitat no determinista, permet de posar les bases per a aquesta tasca. Ian Hodder (Hodder, 1999: 131) distingeix entre el concepte d’explicació causal i el d’interpretació. Es pot dir que, en certa manera, ho comparteixo: per mi la primera té a veure amb explicar el per què d’un fenomen en el present i la segona correspon a un objectiu secundari necessari per assolir el primer, que és comprendre unes activitats humanes concretes i els seus resultats en un jaciment.

1.2.2.4.4. La societat, objecte d’estudi

Un cop hem parlat de l’estructura epistemològica general, per entendre la meua proposta cal continuar amb l’explicació sobre quin és i com entenc l’objecte d’estudi. Ja he dit anteriorment que per mi l’objecte d’estudi de l’Arqueologia és la societat present. En el seu desenvolupament diacrònic, les societats humanes són sistemes inestables, en què intervenen factors més o menys previsibles, de diferent durada, i a diferents nivells. Aquesta no és una idea nova, sinó que ja va ser proposada als anys 40 per autors com White (White, 1982) i anteriorment Bertalanffy (von Bertalanffy, 1976) amb la teoria de sistemes, que podríem considerar el precedent de la Teoria del Caos³⁵. La “teoria dels sistemes” no és la descripció d’una cosa estàtica sinó l’explicació d’un “organisme”, és a dir, una entitat que es transforma gràcies a agents dinàmics interns (von Bertalanffy, 1976). L’avantatge d’aquesta teoria és que s’aplica tant en Ciències Naturals com Socials, i, per tant, reconcilia els dos àmbits. Bertalanffy, que té una visió menys radical de l’Arqueologia i la Història que Hempel i Chalmers, es pregunta per la Ciència i la seva validesa com a mètode pel coneixement del passat, i ho relaciona amb la particularitat del medi cultural humà. Per ell la natura sí està regida per lleis universals, però no creu que aquestes siguin aplicables a la Història i apunta com a solució la noció de “sistema”, una idea que White exposa per primer cop en el seu treball de 1949, la qual cosa el converteix en el primer a sistematitzar un concepte abans abstracte com el de cultura. Des del seu punt de vista, la cultura està formada per un conjunt de subsistemes –tecnològic, social i ideològic– que interactuen entre ells. Posteriorment, hi ha hagut nombroses aplicacions, com per exemple la John Chadwick per a la Grècia de l’Edat del Bronze (Chadwick, 1980), la de Jeremy Sabloff per explicar el col·lapse del període maia clàssic cap el 900 d. C. (Sabloff i Willey, 1967), o la de Kent Flannery (Flannery, 1968) per a la neolitització mesoamericana entre el 8000 i el 2000 a. C.

La importància de la idea de “sistema” rau en el fet que per primer cop es concep el passat i tota la realitat com una entitat dinàmica, formada per un conjunt d’elements amb un moviment intern i que interactuen entre ells. El materialisme històric també compartirà aquesta concepció de la cultura com a macrosistema format per la conjunció de tres grans subdivisions, dins les quals el factor tecnològic determina tot el sistema. La importància de l’adaptació al medi també és a la base del pensament processualista, però els primers autors precisen el fet que el subsistema social i, per sobre de tots, el simbòlic també influeixen l’àmbit tecnològic. Aquest darrer sistema esdevindrà la clau de volta per als autors neomarxistes i serà l’objectiu principal dels contextualistes. El

³⁵ Els models sistèmics eren versions simplificades del funcionament del món, que també tenien l’energia com a principal element explicatiu. Fins que no han arribat els ordinadors, no ha estat possible abastar la complexitat. Per això els ordinadors constitueixen un exemple més de dialèctica històrica: són fills de la concepció cartesiana però porten implícita la llavor de les dinàmiques no lineals.

problema és que aquesta noció de sistema és molt abstracta, considera que cada àmbit és autònom, i per altra banda, encara pateix els problemes d'una concepció excessivament nomotètica i positivista, perquè oblida el paper de l'individu i l'atzar. A més, no es pensa en termes de causalitat real, com sí es produeix en Biologia o altres disciplines que estudien els sistemes caòtics, sinó purament descriptius. Per això, els autors postmoderns³⁶ reprenen aquest àmbit de coneixement, però a partir de la influència de la Teoria Crítica i des d'una perspectiva relativista (McGlade, 1999: 5-6), que abandona els discursos de legitimació de l'hegemonia occidental i té consciència de la pluralitat social. Malauradament, els estudis que analitzen les societats com a sistemes dinàmics discontinus i no lineals són pocs perquè els coneixements científics sobre aquesta qüestió han tingut, fins al moment, poca influència en l'àmbit de la teoria arqueològica (McGlade, 1999: 13).

Els precedents més directes de la teoria de sistemes complexos es produeixen als anys 60 i 70, amb aplicacions clarament matemàtiques al registre material o al canvi històric. Per exemple l'ús per part de Colin Renfrew (Renfrew, 1978) per explicar els canvis sobtats que es poden produir en una cultura, només tres anys després que René Thom publicés la "Teoria de Catàstrofes"³⁷. Tanmateix, posteriorment s'ha comentat que aquest ús de la Teoria de Catàstrofes és més metafísic que matemàtic perquè la seva adequació es basava més en la plausibilitat que en la demostració; i el propi Renfrew ja admetia que havia fet servir l'argument de manera heurística (Read, 1990: 49)³⁸. La suggestió de la necessitat d'emprar models basats en sistemes dinàmics també és antiga, la va realitzar Cooke el 1979 (Cooke, 1979) veient les implicacions que les teories de jocs, d'optimització i de gràfics podien tenir per l'Arqueologia. Més recentment, tenim exemples com els de Jim Doran (Doran, 1994); o John F. Cherry per explicar l'aparició sobtada dels palaus a Creta a finals del III mil·lenni (Cherry i Renfrew, 1986); o Peter M. Allen per simular el creixement dels centres urbans (Allen, 1982). A les CAA es troben cada any un parell o tres d'articles relacionats amb la simulació i els sistemes complexos. En conclusió, podem dir, a grans trets, que hi ha hagut tres fases en la concepció del canvi històric: al s. XIX era unilineal; durant el s. XX es va difondre la idea de multilinearitat; i a finals del segle es va introduir la possibilitat d'estudiar-lo des del punt de vista dels sistemes complexos. Malauradament, encara avui és una branca de recerca molt marginal.

1.2.2.4.5. La Teoria del Caos

"Teoria del Caos" és el nom que rep popularment la branca de les Matemàtiques i la Física que estudia certs tipus de comportaments aleatoris dels sistemes dinàmics. Els sistemes dinàmics es defineixen³⁹ com aquells processos deterministes en els quals el valor d'una funció canvia d'acord amb una regla, definida en termes del valor actual de

³⁶ Per exemple (Grace, 1991)

³⁷ La Teoria de Catàstrofes és una branca de les Matemàtiques que explica que quan un nombre de variables operen juntes de manera no lineal, els canvis graduals poden produir efectes sobtats. A *Structural stability and morphogenesis*, René Thom va demostrar que només existeixen un nombre limitat de maneres com es poden produir aquests canvis, anomenats "catàstrofes elementals".

³⁸ Encara avui dia es considera que la utilitat d'aquests models és metafòrica –James McGlade diu que ofereixen "metàfores morfogèniques" (McGlade, 1999: 12)– però, en qualsevol cas, conceptualment superiors a les solucions lineals dels esquemes evolucionistes convencionals.

³⁹ Les definicions de Teoria del Caos, sistemes dinàmics, sistemes complexos i atzar, així com algunes de les seves característiques, s'han trobat a la "Wikipedia", l'enciclopèdia lliure de la WWW.

la funció. Els sistemes lineals podem ser discrets o continus i també es distingeix entre lineals i no lineals, segons el tipus d'equació que permet descriure'ls. Mentre que la Física convencional s'ha basat en els primers, els segons són els que veritablement donen raó del funcionament de l'univers però tradicionalment s'havien rebutjat perquè són molt més difícils d'analitzar i no proporcionen la seguretat desitjada per una ciència utilitarista. Actualment es considera que hi ha tres tipus de sistemes dinàmics: els estables, els inestables i els caòtics. Els primers es caracteritzen pel fet de tendir al llarg del temps a un punt "atractor". Els segons se n'escapen. I els tercers manifesten els dos comportaments: per aquest motiu, quan les dues forces són equivalents, el sistema troba el seu equilibri.

La Teoria del Caos va ser creada el 1963 per Edward Lorenz (McGlade, 1999: 12), un meteoròleg que estudiava el comportament de l'atmosfera mitjançant simulacions per ordinador. El problema del clima és que no es tracta d'un sistema senzill com ho poden ser el camp gravitatori o les ones elàstiques, sinó que és un sistema complex. Un sistema complex es defineix com un sistema format per diverses parts interconnectades, els vincles de les quals contenen informació addicional oculta a l'observador. Això significa que posseeix més informació que la que proporciona cada part independent, de manera que, per descriure un sistema complex, cal conèixer no només els seus components sinó la relació entre ells. Davant d'aquest fet, l'objectiu de Lorenz era trobar models matemàtics que, a partir de poques equacions, permetessin realitzar prediccions meteorològiques (López de Lacalle, 2000). Després es va estendre a altres àmbits de la Ciència per explicar fenòmens en els quals aparentment conviuen la regularitat i la imprevisibilitat, com ara els moviments de les partícules en un fluid, l'estabilitat del medi intern, etc. (López de Lacalle, 2000).

La Teoria del Caos no rebutja la mecànica tradicional, però considera que és limitada a l'hora d'explicar alguns fenòmens perquè fragmenta i simplifica el món i el redueix a una concepció deshumanitzada i utilitarista. Per aquest motiu, proposa una nova manera d'estudiar la realitat, des de l'origen de l'univers al desenvolupament de les societats (López de Lacalle, 2000). I això fa trontollar els fonaments mateixos de la cultura humana perquè es creia que la Ciència tradicional proporcionava coneixement exacte i que l'univers és ordenat, previsible i cognoscible, mentre que ara es veu que aquelles "anomalies" que abans es rebutjaven perquè no s'ajustaven als models generals i es consideraven negligibles, són la veritable "norma"⁴⁰. Això significa que el coneixement científic i matemàtic no reflecteix la veritable essència de l'univers, ni tant sols posseeix la veritat: és una simplificació per poder explicar el món que ens envolta, que deixa de banda tot allò que no sigui, respectivament, quantificable o susceptible d'abstracció. Si tot en l'univers es comporta caòticament i la tendència de les Ciències és a acceptar aquesta evidència, és molt possible que la separació entre Ciències i Història desaparegui. Tanmateix, encara queda la qüestió que les Ciències Històriques són una mica especials perquè realitzen retroccions a partir de les restes materials, però molts autors consideren que la no linealitat no és sinònim de complicació: només cal aprendre

⁴⁰ Aquesta cerca de l'ordre està profundament arrelada en el pensament intel·lectual occidental, en què la base del coneixement consisteix en la classificació a partir de la semblança (McGlade, 1999: 7). La necessitat de coherència s'ha traslladat a totes les disciplines que han seguit els pressupòsits epistemològics de la Ciència clàssica, fins i tot les "de Lletres", com per exemple la Sociologia, en què es va marginar qualsevol noció històrica o de complexitat (Ruano, 1997). En el cas de l'Arqueologia, això va portar a distorsionar la lectura del registre, establint grans agrupacions culturals que evolucionaven de manera lineal i presentant aquest procés uniforme a través de narratives convincentes, recolzades en tipologies i seriacions d'objectes concrets (McGlade, 1999: 7).

a canviar el punt de vista perquè el pas a la no linealitat ha demostrat en molts casos que la realitat és pot explicar de manera igualment simple (López de Lacalle, 2000).

Malgrat que el seu nom sembla indicar el contrari, la Teoria del Caos no es refereix a fenòmens en què els factors actuen de manera confusa –l’aleatorietat absoluta només es produeix (teòricament) en l’infinit–, sinó que conformen sistemes que tendeixen a autoorganitzar-se per assolir un equilibri intern (Grace, 1991; López de Lacalle, 2000), normalment al voltant d’algun atractor, però només ho poden fer si hi ha una aportació constant d’energia. L’avantatge que hi intervingui l’atzar i no pas lleis totalment deterministes és que el sistema té una gran flexibilitat i es pot adaptar permanentment: si no tingués aquesta característica, la més mínima ingerència externa el destruiria. La complexitat apareix en condicions molt especials, conegudes com a punts crítics o de bifurcació. En aquests moments, l’ordre i el desordre coexisteixen, de manera que es formen estructures fractals que es caracteritzen pel fet de presentar un aspecte autosemblant a diferents escales. La “intermitència” és la situació en què el simple i el complex s’alternen constantment: durant el funcionament del sistema, els diferents elements interaccionen entre ells de manera que, en alguns moments, l’efecte resultant és la presència (alternada amb l’ordre “habitual”) de certs períodes de caos (López de Lacalle, 2000). Aquest comportament és el que caracteritza els anomenats sistemes “quasi-intransitius” (Grace, 1991) i, lluny de ser una situació negativa, les fases són necessàries, com deia al principi, per a la reorganització, per al constant reajustament del sistema.

Què el fa impredecible? Doncs que, tal com va descobrir Lorenz en provar el seu sistema de tres equacions diferencials, qualsevol pertorbació o error en les condicions inicials, encara que fos molt petit, podia tenir una gran influència sobre el resultat final perquè les variables canvien de manera complexa i erràtica a través de les iteracions –és el que popularment s’anomena “efecte papallona” o, tècnicament, “dependència sensible de les condicions inicials”–, de manera que és impossible fer prediccions més enllà d’un determinat punt que rep el nom d’ “horitzó de prediccions” (Grace, 1991; López de Lacalle, 2000). La manera matemàtica de tractar amb aquesta situació és a través de la probabilitat. El càlcul probabilístic ens proporciona “lleis” per explicar el comportament dels sistemes aleatoris perquè, en lloc de referir-se al determinisme dels objectes individuals –com feien les teories mecanicistes clàssiques– es refereixen al determinisme dels conjunts. Un exemple clàssic en Arqueologia és la datació per C^{14} perquè consisteix en una probabilitat basada en una aproximació (Grace, 1991). En conclusió, l’ordenació estadística és una manera d’estudiar matemàticament la naturalesa, com si es tractés de dades aleatòries però sense que ho siguin necessàriament.

Així doncs, podríem resumir les característiques dels sistemes complexos de la següent manera:

- El tot és més que la suma de les parts perquè a partir de la interacció –regida per equacions no lineals– de diferents elements emergeix un sistema qualitativament diferent.
- Això fa que el seu comportament sigui difícilment predecible.

- Tendeix a autoorganitzar-se: emergeix a partir de les seves parts i fluctua fins a quedar estabilitzat al voltant d'un punt d'atracció.
- A partir d'aquí es comporta com un sistema adaptatiu, és a dir, que reacciona a les intervencions externes dins d'uns límits, que són els que permeten fluctuar per tornar a la situació d'acomodació.
- Però per a això necessita una aportació d'energia constant. Per això diem que és un sistema obert i dissipatiu, ja que la matèria i l'energia flueixen a través seu.

L'exemple més clar de sistema complex és la Terra i el seu clima. En ell actuen tots i cadascun dels elements que formen l'atmosfera, la biosfera i la hidrosfera i la litosfera, i els efectes de les nostres accions sobre elles ens demostren que qualsevol petita intervenció, per petita i innocent que sembli, pot tenir conseqüències imprevisibles i devastadores si els efectes s'acumulen. Un altre exemple clàssic de sistema caòtic, aquesta vegada relacionat amb les societats humanes i, per tant, interessant des del nostre punt de vista, és la Borsa, en què les més petites variacions poden produir grans canvis en els preus finals. Per aquest motiu s'han cercat formes matemàtiques de predir els moviments borsaris i s'ha arribat a la conclusió que no hi ha lleis en el sentit tradicional sinó tendències, provocades pels atractors (López de Lacalle, 2000). Hi ha tres tipus d'atractors (López de Lacalle, 2000):

- Puntuals: són punts fixos o estables en un sistema dinàmic, valors de la variable constants en el temps. Si el sistema arrenca en un estat proper, convergirà cap a aquell punt fix.
- Cíclics: són punts periòdics, que fan que els estats del sistema es repeteixin una i altra vegada.
- Estranys: Constitueixen el caos pròpiament dit perquè són la suma de factors petits, diversos i variables que determinen les decisions de qui en realitat mou la Borsa, les persones.

La importància d'aquests atractors és que, com que són els elements "estables" del sistema (Grace, 1991), si es coneixen, permeten explicar i en certa manera "predir" el seu comportament, i jo crec que es poden aplicar perfectament al desenvolupament de les societats o, en tot cas, que convindria estudiar amb atenció els coneixements de què disposa l'Economia o la Sociologia perquè poden constituir la base d'una teoria general de les societats humanes.

1.2.2.4.6. Aplicació de la Teoria del Caos a les Ciències Històriques

Els Sistemes Dinàmics i la Teoria del Caos es defineixen com aquella branca de les Matemàtiques que s'ocupa del comportament qualitatiu a llarg termini d'un sistema dinàmic, per això és una perspectiva que interessa a les Ciències Històriques. Les societats humanes no són entitats estables i homogènies, sinó sistemes amb multitud d'agents diversos, la interacció permanent i erràtica dels quals genera l'organització interna (McGlade, 1999: 12). Per tant, contràriament a la concepció lineal tradicional – que descrivia la història de la humanitat com un seguit de grans etapes estables– i

semblantment al materialisme històric –que explicava els processos socials a partir d’un procés dialèctic (però només entre dos elements)–, la inestabilitat és el motor fonamental de reproducció de l’ordre social. Això és pot observar, per exemple, en la dinàmica de la població i els complexos processos d’intercanvi i distribució, així com també en la dinàmica estructural d’explotació de recursos per agents competidors, en què la presa de decisions es basa en un coneixement incomplet de l’entorn i està acompanyada d’endarreriments temporals (McGlade, 1999: 13). És molt revelador que l’Economia i la Sociologia siguin les primeres disciplines “de Lletres” que pretenen comprendre la complexitat a través d’un model de canvi que transcendeixi els mecanismes causals simplistes i crec que, atès que comparteixen l’objecte d’estudi amb les Ciències Històriques, poden proposar noves formes per explicar coherentment la relació entre els esdeveniments i les estructures.

Pel que fa als processos de canvi històric, estan constituïts per la confluència de processos d’estructuració basats en la intervenció humana i en xarxes dinàmiques no lineals (McGlade, 1999: 15). Això significa que hi conviuen tendències necessàries –determinades per la presència d’atractors– i decisions irracionals que, en un moment d’inestabilitat –un punt de bifurcació–, poden portar el sistema a un camí totalment imprevist i diferent que, en haver-se estabilitzat, es convertirà en un procés novament regit per lleis. Per comprendre-ho es pot recórrer a la metàfora de la partida d’escacs: existeixen unes regles bàsiques universals –amb variants per a cada cultura– però cada partida és diferent. Per aquesta raó la Història es pot considerar un model de “necessitat contingent”, és a dir, que hi conviuen l’atzar i la necessitat, els quals es determinen mútuament (McGlade, 1999: 15). Això fa que el registre arqueològic no sigui el reflex d’adaptacions acumulatives, sinó de discontinuïtats generades en el marc de processos causals no lineals i de la coexistència de temporalitats diverses (McGlade, 1999: 16-17).

És molt possible que les societats humanes es puguin explicar, entre d’altres, a través de dos tipus de situacions caòtiques no necessàriament excloents. La primera són els anomenats “sistemes de cycle límit”, que es caracteritzen pel fet que gran part de l’energia del sistema està dedicada a resistir-se al canvi i perpetua mecànicament patrons de conducta, amb la qual cosa s’aïllen del flux del món exterior (López de Lacalle, 2000). Això sembla correspondre al comportament global dels sistemes cultural o simbòlics humans. L’altre exemple són les colònies de formigues (López de Lacalle, 2000), que han estat molt ben estudiades i s’han proposat models explicatius de tipus matemàtic per comprendre com a partir d’individus que actuen sense coneixement de l’estat ni de l’interès general de la colònia, amb un repertori de comportaments limitat i només informació del seu entorn més immediat, la colònia s’autoorganitza de manera òptima. Quan es canvia el nombre d’individus, la colònia torna a definir les seves fronteres territorials i l’activitat de cadascun per tornar a un estat d’equilibri. Les colònies de formigues guarden una certa semblança amb les societats humanes preindustrials –sense mitjans de comunicació sofisticats i molt dependents de les condicions del medi– i per això caldria explorar de manera aprofundida la possibilitat d’una analogia, si més no pel que fa a certs aspectes. La densitat de població és l’element crític perquè quan és baixa el nombre d’interaccions és molt petit i els elements no propaguen bé els seus canvis; en canvi, quan és alta, la propagació d’un element es propaga en forma d’ona i les fluctuacions es tornen periòdiques (López de Lacalle, 2000).

Per exemple, això podria ajudar a comprendre les diferències entre els grups humans paleolítics i les societats a partir del Neolític, com ara el fet que sembla que la Història s'accelera: no seria només una qüestió de perspectiva cronològica i quantitat de coneixement, sinó de velocitat de propagació de la informació o l'energia. I també podria contribuir a explicar –com també opina James McGlade (McGlade, 1999: 13), que ha realitzat estudis d'aquest tipus– les grans transformacions generals, com ara la neolitització, l'aparició de l'Estat, el (suposat) “col·lapse” de les civilitzacions precolombines, etc. Fins ara s'han cercat explicacions generals, úniques, inexorables, a l'estil de les lleis deterministes que funcionen en les Ciències Naturals, però cap d'elles no acabava de quadrar perquè són simplistes: és molt possible que tots tinguin raó i alhora cap ni una perquè el que va generar aquesta transformació general detectada al registre va ser una acumulació de petits efectes o petits comportaments indetectables mentre es produïen i potser sense efecte en la dimensió puntual, però molt influents com a conseqüència de les successives iteracions i, per tant, visibles des d'una perspectiva espacial i temporal molt àmplia.

Vegem a continuació els problemes amb que ens trobem quan volem aplicar La Teoria del Caos a les societats humanes. Des del punt de vista general, i reprenent els dos elements que deia anteriorment que calia tenir en compte a l'hora de plantejar el temps com a operador, cal pensar que el caos no només és present en els sistemes biològics o humans, sinó en el propi temps. Tal com deia Immanuel Kant, nosaltres hem imposat –de manera més o menys conscient– quatre dimensions quantitatives a totes les coses, que ens serveixen de referència per poder comprendre-les i explicar-les, i això s'ha accentuat amb la societat industrial i la seva mecanització de les coses: el temps ha esdevingut una cosa externa, impersonal i inexorable. Però, en realitat, cada element del sistema té el seu propi ritme individual, amb el qual contribueix al funcionament general. És a dir, que el temps és més qualitatiu que quantitatiu i està format per la interacció dels temps interns dels diferents components del sistema, que s'organitzen de manera fractal (López de Lacalle, 2000). La Terra mateixa té un temps poc lineal: l'aparició dels rellotges atòmics de precisió va permetre de descobrir que el planeta patia alteracions en la seva rotació; tenint en compte que aquest moviment –juntament amb la translació, afectada per altres fenòmens de l'univers– és el que determina el pas del temps des del punt de vista general, això significa que el pas del temps a la Terra no és perfectament regular (López de Lacalle, 2000).

L'altre gran problema teòric és el de la causalitat. Els processos de retroalimentació es corresponen en la Física amb equacions iteratives en què el resultat d'un procés es pren com a punt de partida per a la següent fase del mateix procés (López de Lacalle, 2000). Mentre que el sistema ideal clàssic només contempla sistemes lineals en què efecte i causa s'identifiquen plenament i, per tant, les retroaccions són fàcils, en els sistemes complexos ens trobem amb què l'origen i el resultat divergeixen i es fa molt difícil resseguir les relacions de causa - efecte. Crec, igual que Juan de Dios Ruano per a la Sociologia (Ruano, 1997), que aquest és un dels principals problemes amb què s'enfronta l'explicació històrica, però les teories tradicionals tampoc eren satisfactòries. Per tant, posats a “complicar-nos la vida”, val més fer-ho amb paradigmes més ajustats a les necessitats de les Ciències Humanes –la batalla per la científicitat no s'ha de cercar en la precisió per a la predicció perquè en els sistemes complexos no funciona sinó que encara fa més borrosa la comprensió (Ruano, 1997)– i treballar per desenvolupar teòricament i metodològicament l'àmbit d'estudi. Roger Grace diu (Grace, 1991):

“Complexity is not being offered as a panacea for all our archaeological ills. It certainly offers no simple answers. But the concept of chaotic dynamics can offer a framework within which the complexity of archaeological data need not be ignored. Complexity places the emphasis on the dynamics of human development, which is the origin of changer, rather than the stasis of assumed regularities.”

Si sempre s’hagués adoptat aquesta actitud de rebutjar una nova forma d’explicació perquè, com que encara no està prou desenvolupada, sembla molt complicada o no funciona segons les concepcions del moment, encara pensariem que la Terra és plana.

Per exemple –i això és transcendental des del punt de vista de la concepció bàsica sobre la RV que guia aquest treball– si bé es cert que la presència de causalitat no universal complica les prediccions cap el futur o cap el passat, el fet que la iteració sigui la base del funcionament del sistema pot constituir un punt de partida per trobar la solució, com ja va comprovar el propi Lorenz per a la meteorologia: els ordinadors són màquines de calcular, per tant, poden repetir tantes vegades com vulguem els processos d’interacció d’uns paràmetres donats; potser no poden resoldre la naturalesa no lineal mitjançant fórmules, però poden realitzar simulacions i proporcionar estimacions estadístiques de la validesa de cadascuna de les solucions (López de Lacalle, 2000). Per això no s’ha de pensar que la Teoria del Caos és la sortida definitiva a tots els nostres problemes perquè posseeix l’explicació absoluta: seria caure en el mateix error que la Ciència clàssica. Basar les explicacions en simulacions, models i estimacions probabilistes no és sinó una aproximació simplificada a la dinàmica caòtica. Però aquest no és un problema específic de les Ciències Històriques sinó de l’aprehensió humana del món.

El caràcter no lineal i iteratiu dels sistemes complexos comporta un altre avantatge i és que, a partir d’unes poques instruccions molt senzilles, es generen estructures extremadament complexes. Per tant, segons això i, tal com demostren els estudis sobre colònies de formigues, no és tant difícil trobar els esquemes bàsics de funcionament. Així doncs, el Caos aplicat a les Ciències Socials pot anar més enllà de la simple metàfora i proporcionar un paradigma d’anàlisi perquè, si partim del principi que els sistemes caòtics “dibuixen” formes fractals i que aquests es caracteritzen pel fet que el que apareix en un nivell també es trobarà en una altra escala (López de Lacalle, 2000), podríem trobar una manera d’estudiar les societats. És el que s’anomena “simetria recursiva entre nivells d’escala”. La seva utilitat analítica s’ha demostrat, per exemple en la dinàmica de fluids i també ha estat emprada en estudis sociològics actuals (Ruano, 1997). Però, en el cas de les Ciències Històriques caldria comprovar que efectivament la fractalitat existeix també en els grups humans tant des del punt de vista sincrònic com del diacrònic, ja que, com molt be remarca Juan de Dios Ruano (Ruano, 1997),

“Es esta dependencia sensible de la condiciones iniciales del sistema la que hace, por tanto, que la más mínima diferencia en la descripción del estado del sistema provoque cambios que hace distintos a sistemas complejos que, originariamente, eran tan parecidos como se les quiera suponer. En el campo de los sistemas políticos y/o sociales altamente inestables, esta característica significaría que la comparación de uno de estos sistemas inestables con otro de iguales características –por muy parecidos que el investigador crea que ambos sistemas son entre sí– no permitiría al científico social garantizar una predicción, respecto a la evolución del sistema, equivalente a otra ya ocurrida en otro sistema político o social de similares características.”

I també caldria verificar, especialment en el cas de l'Arqueologia, que no demana una perspectiva més global del que els grups humans del passat i, sobretot, el registre arqueològic permeten, ja que el registre pot recollir les iteracions però també els comportaments puntuals i la seva percepció depèn de l'escala de l'anàlisi i dels fenòmens postdeposicionals. Des d'aquest punt de vista, el principal problema del caos determinista és que permet certa predicció en la seva globalitat espacial i a llarg termini, però no a petita escala⁴¹. En qualsevol cas, una cosa està clara i és que la manera de construir aquesta TCM és radicalment diferent a com s'havia fet fins ara: no s'ha d'extrapol·lar fragmentàriament, sinó intentar construir un panorama general –perquè és en aquest nivell en què les tendències a l'interior dels sistemes complexos es fan visibles– i llavors començar a aplicar-lo del general al particular i viceversa.

Vegem, doncs, aquestes qüestions no pas des del punt de vista teòric, sinó a partir d'alguns intents reals d'aplicació matemàtica. Les societats humanes són un sistema molt complex, com la pròpia Naturalesa perquè hi intervenen nombrosos factors i agents i es transformen en el temps de manera previsible des del punt de vista de les grans tendències, però imprevisiblement a un nivell menor, tant sincrònic com diacrònic. Tot i amb això, el fet que l'aleatorietat absoluta només es produeixi en l'infinit (López de Lacalle, 2000), juntament amb els models que ja han estat construïts fins ara en Matemàtiques i diferents branques de coneixement relacionades amb la Naturalesa, demostra que hi pot haver un cert grau de predicció i, sobretot, d'explicació, especialment tenint en compte que l'Arqueologia no està orientada cap als usos futurs –com la Ciència, que per això vol ser predictiva– sinó cap al passat –a través de les retrodiccions. Per poder integrar aquesta complexitat cal crear els models adequats: en comptes de fer servir models estàtics basats en el Model D –com per exemple va fer Colin Renfrew per explicar la difusió de l'obsidiana al Pròxim Orient (Renfrew, Dixon *et al.*, 1968)– cal emprar models dinàmics basats en el Model T (Read, 1990: 47). El problema de fer quadrar el funcionament d'una societat dins un model determinista com el de Thom és que en el cas dels objectes físics, coneixem les condicions de partida, és a dir, les diferents forces que actuen sobre l'objecte, perquè han estat estudiades i integrades en el marc de lleis generals, mentre que en el cas de la societat, que està formada per dimensions materials i simbòliques, s'està molt lluny de posseir aquest context teòric - explicatiu de manera que la tasca es complica (Read, 1990: 49). D'aquí la meua insistència a centrar l'objectiu de l'Arqueologia en allò per al qual està especialment preparada: la dimensió material.

Una altra diferència entre les Ciències Històriques i la Biologia és que les primeres s'interessen pels processos pretèrits que han portat a les condicions actuals, que constitueixen el seu estat final. Això comporta avantatges i inconvenients. Els inconvenients són que els processos ja s'han produït i per tant no poden ser observats directament, sinó a través de les seves conseqüències materials. I aquí es troba una altra

⁴¹ Aquest seria el cas de l'aplicació de la Teoria del Caos als instruments lítics (Grace, 1991). La seva evolució es pot analitzar des d'aquesta perspectiva per diverses raons. La primera perquè, en primer lloc, s'accepta que no hi ha una causa primera sinó que els canvis provenen de la pròpia autoorganització, de manera que s'ha d'analitzar el sistema com un tot i no pas compartimentar-lo artificialment com s'havia fet fins ara. En segon lloc, perquè s'accepta que no té per què haver-hi causes racionals i externes, sinó que els canvis són deguts a la pròpia fluctuació del sistema. I, finalment, perquè l'Arqueologia prehistòrica estudia el comportament dels sistemes socials a llarg termini. Al meu entendre, la proposta de Roger Grace aporta un nou punt de vista molt interessant sobre una branca de l'Arqueologia prehistòrica que semblava esgotada –la variabilitat lítica i la transició Paleolític Superior / Mitjà– i demostra que, si més no en alguns casos, és possible analitzar problemàtiques arqueològiques per aquesta via.

diferència –en aquest cas, respecte de la Geologia– i és que, mentre que en la Ciència de la Terra hi ha una relació directa entre esdeveniment i evidència sedimentològica, en l'Arqueologia els objectes tenen una longevitat relativa i sovint el que es troba en el registre és el resultat d'un procés que ja està en equilibri, per tant, que no informa veritablement de la seva trajectòria sinó de la darrera fase, la d'abandonament. Estudiar el canvi és una perspectiva molt complicada ja que, potser perquè no és tan important en Matemàtiques com en disciplines relacionades amb els éssers vius, hi ha molt pocs models dedicats a aquesta qüestió que es puguin intentar transferir d'una branca del coneixement a l'altra i les eines de modelització tradicionals sovint són poc adequades per donar raó de l'indeterminisme i la incertesa associada amb els processos de canvi social (Read, 1990: 54). És molt més fàcil analitzar l'estat en un moment puntual o bé, com va fer la Nova Arqueologia, considerar que tot el sistema està regit per les lleis del comportament, que permeten les generalitzacions i les prediccions. Però, tal com diu Dwight W. Read (Read, 1990: 55):

“... searching for universal laws of behavior as a means to develop explanatory models of human systems in analogy with the role that physical laws have played in Physics in developing explanatory models of the universe is a chimera. It is not so much laws of behavior that we need but Model τ models of how complex, information processing, self-reflective, self-restructuring systems operate, develop and change.”

Un altre aspecte complicat és la relació entre l'acció individual i el funcionament al nivell general. En qualsevol sistema autoorganitzat hi ha diferents nivells d'actuació: la conducta individual segueix unes regles i la col·lectiva unes altres. Cal tenir en compte que la segona no consisteix en la suma de les primeres, sinó que a partir de l'activitat individual aleatòria es produeix una retroalimentació de manera que les regles col·lectives estan formades per les primeres però alhora les restringeixen i, a través d'això, influeixen en elles mateixes (López de Lacalle, 2000). Tradicionalment, l'Arqueologia (materialista cultural i processualista) havia considerat –novament emparant-se en el positivisme i el determinisme mediambiental– que la primera es podia ignorar perquè es cercava una perspectiva global i/o perquè en tots dos nivells les dinàmiques tenien com a objectiu l'equilibri o l'optimització (Read, 1990: 51; Wylie, 1994: 102). Després s'ha vist que les persones no sempre fan les coses “racionalment” (Gallay, 2002: 82), que el concepte d'utilitat canvia segons el moment, la persona i el context històric (Gallay, 2002: 82) i que, fins i tot, la influència individual sobre el conjunt no és gens negligible, tal com demostren els sistemes caòtics amb el conegut “efecte papallona”. Aquesta és una perspectiva que s'ha desenvolupat en Matemàtiques però que cal continuar estudiant en el cas de les Ciències Històriques perquè els objectes són produïts, emprats i abandonats per les persones, no per les societats, per tant, el primer que “veiem” en el registre són els/les agents individuals i, a través o darrera d'ells/elles, la societat –des del punt de vista sincrònic– o les tendències a llarg termini –des del diacrònic. De manera que és possible que els models generats en Matemàtiques siguin aplicables a les Ciències Històriques, si més no, com a punt de partida.

Deia que estudiar els processos pretèrits que han portat a les condicions actuals presenta inconvenients –els he anat desgranant fins ara– però també té avantatges: mentre que en els sistemes complexos és molt difícil fer prediccions perquè ens falta informació i perquè el sistema és molt sensible a les petites modificacions que es produeixen durant les iteracions, en el cas de la perspectiva històrica, tenim el resultat final i, per tant, tots els factors que podien haver-hi intervingut ja ho han fet. Així doncs, la qüestió crítica és la fossilització d'aquestes interaccions. En Ciència, quan no se sap

què passa en una bifurcació perquè hi ha poca precisió en la mesura, es fa servir la probabilitat⁴². Però l'establiment d'aquesta es basa en una teoria prèvia, que no existeix de manera completa per a les Ciències Socials i, en tot cas, que rarament s'ha aplicat a les societats pretèrites i, quan s'ha fet –la Teoria de Rang Mitjà–, era heurística i es basava en el determinisme ambiental. Una altra cosa que s'acostuma a fer en física quan hi ha problemes de sensibilitat a les condicions inicials i/o desconeixement per part nostra és ampliar l'àmbit d'anàlisi per tenir una visió més àmplia i d'aquesta manera els fenòmens imprevistos o inexplicables desapareixen. Tot això porta a pensar que la construcció de formes d'exploració del món pròpiament històriques no és totalment impossible; simplement, està per fer perquè no tenim models explicatius socials prou complexos, i encara menys diacrònics –el materialisme històric patia els mateixos problemes de simplificació que el processualisme o que l'Arqueologia tradicional– o relacionats amb la cultura material.

La introducció de la causalitat no lineal resol el problema del determinisme ambiental iniciada per Hempel. L'objectiu d'aquest autor (Hempel, 1979) era assimilar el màxim possible la Història a les Ciències Naturals per tal de convertir-la en una disciplina capaç de produir coneixement vàlid i, per tant, necessitava trobar lleis universals. Tal com s'entien les ciències en aquell moment, les lleis es trobaven en el funcionament del món i, per tant, Hempel va considerar que el comportament humà estava regit per lleis universals, sobretot perquè, ja que les societats es trobaven immerses en la Naturalesa, aquesta determinava els seus comportaments. Però (McGlade, 1999: 13) el rebuig postprocessualista a aquesta concepció ha acabat caient en l'extrem oposat perquè redueix les dinàmiques mediambientals a un pur epifenomen i això fa que no es tingui en compte la seva influència com a part del sistema social humà, per molt que no siguin objectives, sinó percebudes a través del filtre simbòlic que ens caracteritza.

Crec –i amb això em situo en una ecologia humana no funcionalista– que hi ha una base biològica que determina la cultural –potser més i tot del que estem disposats a acceptar– però, si bé això és universal, proporciona una resposta massa general perquè sigui aplicable. El paradigma mediambiental és vàlid, però considerant-hi també el medi cultural, que és el més immediat. Estic d'acord amb Ian Hodder (Hodder, 1988) que el medi cultural és causa d'ell mateix i determina la percepció del “natural”, si és que fos possible separar un i altre. Però el medi existeix i evoluciona independentment de la nostra percepció d'ell i planteja noves problemàtiques que cada societat humana interpreta a la seva manera i en funció d'això dona resposta. Inversament, a l'interior dels grups humans sorgeixen necessitats socials, polítiques i econòmiques que porten a actuar sobre el medi i aquest respon també amb una reorganització que, fins a la industrialització només es produïa a petita escala, però que ara s'ha convertit en un veritable problema general⁴³.

⁴² Ilya Prigogine (Wagensberg, 1986: 186) fins i tot creu que és falsa la distinció “afirmació = certesa / probabilitat = incertesa”. Simplement, el món és així. No és que sigui una mala explicació, sinó que és com la determinista, una simplificació d'un fenomen molt complex. Per tant, són dues formes no contradictòries d'explicació, una pels fenòmens periòdics i una altra pels no lineals i irreversibles.

⁴³ Estic pensant, naturalment, en l'efecte hivernacle, la desforestació de les selves amazòniques, la contaminació de la hidrosfera, etc. Una de les coses que més m'ha entristit ha estat saber que la humana és l'única espècie en tota la història de la vida a la Terra que és capaç d'influir a nivell global, igual que el clima o la tectònica de plaques, perquè ho fem de manera especialment nociva. Potser per això ens urgeix més que mai començar a concebre les societats humanes com a sistemes complexos continguts en un altre

Aquesta és la base del sistema complex format pel planeta Terra i els éssers vius que l'habiten, entre ells, l'espècie humana. Crec que, com més enrera en el temps, més influència del medi, no pas perquè no tinguin cultura –potser sí en el cas dels homínids– sinó perquè el medi és més present, hi ha una relació més directa. En canvi, a partir de la Neolitització, la relació amb l'entorn canvia, ja no està dirigida per aquest sinó pels grups humans. L'aparició de les ciutats acaba de consolidar aquest trencament entre el medi “natural” –que també era modificat i percebut– i el medi “cultural”. Potser per això, més que parlar de “cultural” hauríem d'anomenar-lo “urbà”, per evitar una dicotomia errònia. Sobretot, perquè considero que la pròpia dicotomia natural / cultural és errònia: la cultura és natural. És una forma particular –pròpia de l'espècie humana– d'adaptació al medi natural però que ens condiciona totalment: actualment, les nostres conductes tenen com a objectiu garantir la subsistència física bàsica i, de vegades, fins i tot, només la subsistència en el medi social i cultural, perquè té una influència enorme sobre la nostra psicologia.

Per tant, accepto o rebutjo que existeixen lleis universals en història o en el comportament humà? Les dues coses. Al nivell del funcionament de les societats, la teoria del caos està en contradicció amb l'existència de lleis tal com les plantejava la Ciència tradicional: són lleis estadístiques. I aquestes poden convenir a l'Arqueologia per dos motius, un relacionat amb l'objecte d'estudi i l'altre amb la metodologia d'anàlisi. En el primer cas, el comportament humà observat des d'un punt de vista general presenta regularitats. No lleis totalment deterministes, provocades pel medi, sinó patrons definibles estadísticament inclosos dins un sistema caòtic en què també compta la psicologia individual i el sistema cultural, ja que cada societat posseeix una normativa que estableix o sanciona totes les activitats. Si coneixem aquestes regles, coneixem la clau per desxifrar el registre arqueològic, que no és altra cosa que comportament caòtic fossilitzat. Inversament, com a segon motiu, la presència reiterada d'objectes com a conseqüència de conductes concretes, és la base per establir un conjunt de patrons generals que es poden integrar en una TCM –en certa manera, anàloga a l'estudi de les fonts textuales en Història– encara per construir.

1.2.2.4.7. La Teoria de la Cultura Material

L'objecte d'estudi de l'Arqueologia és la societat present i, particularment, aquells aspectes que tenen a veure amb les manifestacions materials que són, si comparem amb la resta d'éssers vius del planeta, exclusives de la nostra espècie, si més no, des del punt de vista quantitatiu. Per “manifestacions materials” entenc els espais naturals i socials que ens envolten amb els objectes continguts en ells, que són alhora físics i simbòlics, i influeixen en els comportaments humans (psicològics, socials, culturals), de la mateixa manera que aquests influeixen sobre els primers (Ardener, 1993). Aquesta és la premissa bàsica per l'Arqueologia: l'espai social està superposat o es confon amb l'espai físic, de manera que l'estudi del segon ha de permetre inferir el primer. A grans trets es pot dir que el funcionament de la TCM parteix dels següents punts bàsics:

sistema complex que no tindrà cap problema a tornar a un estat d'equilibri prescindint d'un element tan pertorbador com nosaltres.

- Les activitats humanes no es desenvolupen en el buit, sinó en espais que son simbòlicament percebuts i que al seu torn condicionen les activitats.
- L'espai i el temps no són categories abstractes sinó dimensions creades per accions socials que es repeteixen i que n'atrauen d'altres.
- Els comportaments iteratius que es duen a terme en els diferents espais generen patrons al registre susceptibles de ser reconeguts.
- La variabilitat de la cultura material en els paràmetres de forma, decoració, funció, distribució, etc. reflecteix els fenòmens d'ús, consum i abandonament i les transformacions que pateixen al llarg del temps.
- De tal manera, la variabilitat del registre arqueològic permet fer inferències sobre la variabilitat de les accions socials i aquesta sobre l'organització social. Però, en virtut del comportament dels sistemes complexos, aquesta no és una relació mecànica sinó probabilista.
- La unitat mínima d'estudi no ha de ser l'objecte –com en la majoria d'estudis tradicionals– sinó que ha de ser flexible, des dels atributs fins a estructures, passant pels objectes, però sempre en funció de la pregunta plantejada, que té a veure amb les accions socials.
- Els objectes no s'han d'analitzar de manera aïllada sinó a través del concepte de context, que està format per una variable empírica, l'espai, i una d'inferida a través de les relacions significatives entre els objectes, que és el temps i els processos que s'hi ha desenvolupat.

En realitat, no és cert que no hi hagi Teoria de la Cultura Material en les primeres fases de la recerca arqueològica, però és implícita i s'empra intuïtivament. La idea és que si coneixem el llenguatge amb què escriu aquell grup humà al registre arqueològic, podem interpretar les seves restes arreu. El problema és que fins ara totes les tendències han intentat construir el desxifrat del codi a mesura que s'excaven jaciments i, per tant, ens trobem en un cercle tancat. Per això cal construir una TCM que sigui **anterior**, a través de l'Etnoarqueologia i la Sociologia, que es basi en inferències i verificacions sobre la manera com els grups humans produeixen i perceben la materialitat i es refini a través de contrastacions mitjançant documents i prediccions sobre el registre passat. Això és, per exemple, el que va fer Gnivecki al jaciment acadi de *Tepe Al - Atiqeh* (Gnivecki, 1987) o investigadors i investigadores de la UAB en un dels seus projectes a la Terra del Foc (Estévez i Vila, 1995). Com diu Hitchcock (Hitchcock, 1987), l'Etnoarqueologia constitueix una estratègia per augmentar la comprensió dels processos dinàmics que conformen el registre arqueològic. Aquest ús es diferent al dels autors i autores processualistes, perquè fan servir l'Etnoarqueologia al final del procés, com a forma de contrastació d'hipòtesis sobre el passat en virtut de la universalitat del comportament humà en cada medi concret (Kent, 1987), mentre que jo la situo al principi, com a forma de crear un cos de coneixement sobre la interacció entre el comportament humà i l'espai físic.

En certa manera, la meua proposta de construir una TCM no està gaire allunyada del que pretenia Lewis Binford amb la seva Teoria de Rang Mitjà i no crec que s'hagi

demonstrat fora de qualsevol dubte, com ell mateix afirma (Wylie, 1994: 96), que el seu propòsit últim era inviabl. S'ha criticat –i amb raó– que fes servir el paradigma ecològic, és a dir, el paper atorgat al medi com a base per justificar les inferències, que elevés observacions particulars a lleis i que no separés hipòtesis, dades i teoria; però això també va aturar aquesta via de recerca per l'establiment d'una TCM –excepte en el cas de Ian Hodder o en dominis concrets com ara l'Arqueologia de la Mort– i això ha estat un error⁴⁴ transcendental per la disciplina perquè la materialitat és la font essencial de coneixement per l'Arqueologia: com podem intentar obtenir coneixement a partir d'un instrument que no sabem com funciona, és a dir, si no sabem com es relaciona exactament el registre material amb la societat que l'ha creat? Però tampoc no podem transferir a una societat les característiques d'una altra pel simple fet que el medi és similar o bé crear una Teoria de Rang Mitjà a partir de processos que no es poden observar. Per això cal seguir un procés més indirecte i, després d'haver creat un marc teòric sobre el funcionament real de les societats, construir-ne un altre sobre el funcionament del registre material, a través de la intercontrastació entre les observacions reals, els documents històrics i l'excavació arqueològica.

Malauradament, com deia abans, l'Etnoarqueologia s'ha fet servir des de concepcions positivistes i deterministes –Gallay, Binford, Kent–, que la limitaven a un nivell explicatiu de rang molt baix i això ha generat un sentiment de prevenció cap a les seves capacitats. Però l'Etnoarqueologia no ha de servir per validar hipòtesis sobre el passat –com s'ha fet tradicionalment– sinó per construir una teoria sobre el present. Per això cal continuar investigant, partint de la premissa dels sistemes complexos i a través d'estudis etnoarqueològics en **totes** les societats **presentes** –l'exhaustivitat de les dades és una de les formes de controlar el problema de la inducció (Barceló, 1995: 247)–, si, de la mateixa manera que tenim una base de coneixements factuais i explicatius sobre l'univers, és possible establir patrons generals de comportament per les diverses societats en relació amb la materialitat que produeixen i a partir d'aquí realitzar prediccions.

Des d'aquest punt de vista, l'esquema anterior de Dwight M. Read quedaria de la següent manera:

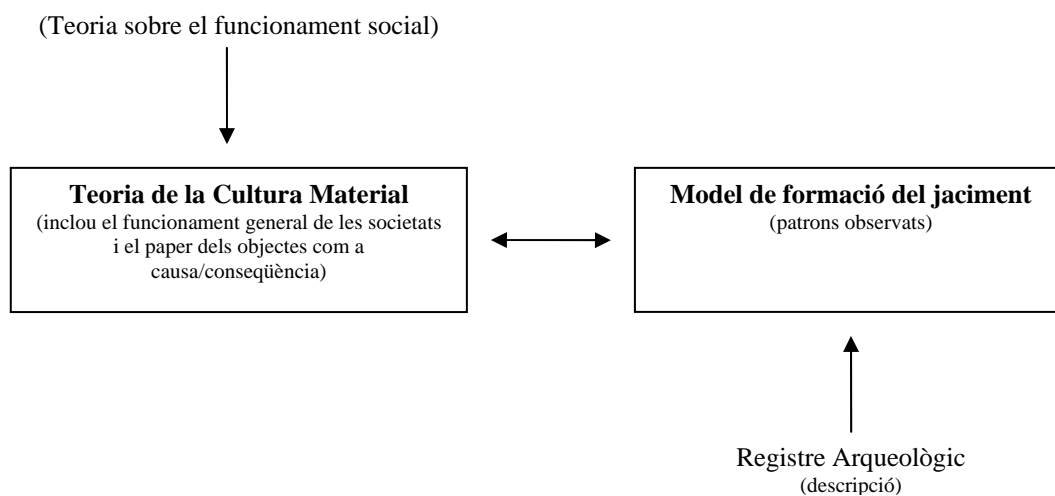


Figura 3: adaptació de l'esquema de funcionament del coneixement científic adaptat a l'Arqueologia.

⁴⁴ Cal distingir la voluntat científica del model ecosistèmic de Binford, perquè no són la mateixa cosa, malgrat que la convivència en la seva proposta els hagi acabat associant.

En l'esquema anterior, el Model_D s'ha convertit en el "Model de formació del jaciment" perquè era el més proper a les dades concretes i constituïa una idealització d'aquestes (Read, 1990: 34). En el nostre cas, es tracta de reflectir esquemàticament els patrons detectats al jaciment, de manera que establim punts de contacte per a encaixar amb l'altre model. El Model_T s'ha transformat en la "TCM" perquè és una representació més concreta de la teoria (Read, 1990: 34), en aquest cas, enfocada a la manera com els éssers humans produeixen, empen i abandonen els objectes –en sentit ampli– i com aquests, al seu torn, influeixen en totes les esferes de la seva vida quotidiana. La Teoria general correspondria al conjunt d'explicacions sobre el funcionament de les societats humanes, és a dir, posant l'èmfasi en les relacions, i prendria la forma d'un sistema complex. Aquesta mateixa importància dels processos caracteritza el model de la Cultura Material, però es limita als aspectes artefactuals. És a dir que, en aquest sentit, no es distingeix ontològicament de la teoria –com passaria, per exemple en Economia– sinó que n'és una concreció. La diferència amb les Ciències dures és que, en lloc d'assimilar-se el model a la teoria, és aquesta qui s'apropa al model pel fet que la societat no es pot caracteritzar a través d'enunciats legalistes.

La idea fonamental, com també sosté Read (Read, 1990: 34), és que tots dos models són necessaris per l'argumentació científica, malgrat que de vegades es posi l'èmfasi en un o l'altre. La connexió entre l'empíria i la teoria prové de la comparació entre els dos tipus de models, un construït i validat en relació amb les dades concretes, i l'altre construït i validat gràcies a la seva coherència amb la teoria general sobre els processos estructurants, és a dir, en funció del fet que l'estructura relacional estigui ben establerta. Si aquesta és la manera com cada model es relaciona amb el seu domini de partida, els connectors entre un i altre s'estableixen gràcies a l'isomorfisme, un concepte l'amplitud epistemològica del qual caldria definir molt clarament per a l'Arqueologia però que, en sentit general, garanteix el poder explicatiu de tot el procés. Tanmateix, cal anar amb compte perquè el seguiment d'aquest esquema no garanteix necessàriament que es produeixi sempre explicació: cal que el procés especificat sigui suficient i la idealització de les dades no excessivament simplificada (Read, 1990: 43). I, sobretot, el principal inconvenient es troba en el fet que el raonament bàsic es de tipus analògic i això fa que la bondat d'ajust entre ells no sigui suficient perquè es pugui acceptar l'explicació, ja que un mateix resultat podria haver estat causat per processos diferents (Read, 1990: 43). Precisament, algunes de les crítiques postprocessualistes estaven dirigides a aquest aspecte però van fer que tot el raonament analògic caigués en desgràcia, sense pensar que és una de les formes bàsiques de construcció de coneixement, tant en Ciències com en Arqueologia.

El problema de l'analogia és un problema general de tot el coneixement científic. L'analogia (Barceló, 1995: 277-281) és un tipus particular d'abducció, per la qual es transfereix un coneixement des d'un domini conegut a un de desconegut, que es vol comprendre. La diferència entre l'analogia i la deducció és que la connexió entre les premisses s'estableix a través de criteris heurístics i no pas formals perquè la conclusió analògica no afecta la veritat de les premisses sinó que augmenta el contingut d'informació que una d'elles ofereix. L'avantatge de l'analogia és que és flexible en el seu criteri de semblança perquè es pugui acceptar la transferència com a vàlida; però, en contrapartida, no existeix una regla universal que permeti establir amb certesa quines correspondències analògiques són fiables i quines no, de manera que cal fer servir algun

criteri heurístic⁴⁵. El problema en Arqueologia, és que es va oblidar la propietat fonamental de les correspondències analògiques: la commensurabilitat dels components. Així, la correspondència s'ha d'establir entre unitats que tinguin el mateix nivell: com major sigui la quantitat i menor la distància semàntica, més probabilitats que l'analogia sigui adequada (Barceló, 1995: 284). Per tant, les analogies etnogràfiques emprades tradicionalment en Arqueologia eren massa simples, es basaven en dos únics elements agafats en sentit global. Davant d'això, tenim dues solucions: la primera, adoptada per Lewis Binford, és fer-les servir com a font d'inspiració d'hipòtesis; la segona, que comparteixo amb Alison Wylie, tal com s'ha pogut deduir de l'explicació anterior sobre la TCM, augmentar les bases etnològiques alternatives per obtenir major diversitat i redundància i contrastar un model basat en múltiples analogies multidireccionals (Wylie, 1985). D'aquesta manera, la forma de validar les analogies es basa en el nombre de correspondències puntuals, la relació amb el tipus de coneixement que s'espera transferir, la relació sistemàtica i completa, etc. perquè així augmenta la intensitat de la relació analògica i es redueix el risc d'error. Tanmateix, l'explicació mitjançant el raonament analògic no es limita a la cerca de correspondències puntuals entre parells, sinó que cal un marc teòric general per construir analogies vàlides. I aquí és on entra en joc, com ja hem vist anteriorment, la TCM.

De totes maneres, el problema de l'analogia pot ser que desaparegui parcialment amb el nou enfocament presentat aquí. Es cau en una extrapolació injustificada quan transferim descripcions i explicacions des del present cap al passat per explicar-lo, però no quan estudiem un problema concret en el present i resseguim la seva fenomenologia diacrònicament. En altres paraules, l'analogia es produeix quan apliquem el present al passat però no quan estudiem el present a partir del passat perquè es tracta del mateix fenomen en fases diferents. El problema és com interpretar la presència d'aquell mateix element al llarg del temps. Aquí és on intervé la TCM i la seva construcció passa per una intercontrastació dels estudis en el present i en el registre arqueològic amb l'ajut de fonts històriques. I una altra manera de reduir la quantitat de correspondències possibles és tenint en compte només els processos de generació del registre material, és a dir, ocupar-se només de problemàtiques relacionades amb la cultura material.

La meua proposta de construcció de la TCM implica una integració d'algunes de les metodologies desenvolupades anteriorment per altres investigadors/es. Crec que és important revisar Childe, Binford –que aborda la construcció de la TCM des del punt de vista sincrònic–, Clarke –que ho fa des del diacrònic i, sobretot, Ian Hodder, que constitueix una síntesi de l'Arqueologia processualista i postprocessualista. Tanmateix, la meua proposta és lleugerament diferent de la d' Ian Hodder perquè, malgrat que comparteixo la necessitat de tenir en compte les circumstàncies específiques de cada cultura i de cada jaciment, el *feedback* que la materialitat exerceix sobre les persones⁴⁶ i la intervenció de l'investigador/a, ell posa l'èmfasi en el context, és a dir, en l'estudi detallat del propi registre material, mentre que per mi l'objectiu no és l'estudi del passat ni crec que es pugui tenir objecte a contrastar i contrastació en un mateix element

⁴⁵ La *New Archaeology* va triar el determinisme mediambiental, pensant que d'aquesta manera no adoptaven un criteri heurístic sinó que es posaven a l'empara del model de cobertura legal. Però va ser durament criticada perquè considerava que era un element independent, objectiu, i no tenia en compte la influència directa del medi cultural i simbòlic.

⁴⁶ La cultura no és un simple derivat independent sinó que també és causa d'ella mateixa. Però això no significa limitar-se a explicar històries particulars de cada objecte, sinó a atorgar a la cultura material el paper actiu que li pertoca dins el funcionament de la societat.

perquè llavors es cau en un raonament circular. Cal que un i altre siguin independents, per això crec que cal tornar a investigar les possibilitats de la Teoria de Rang Mitjà, afegides a aquesta nova noció de context. És a dir, que s'ha d'analitzar de quina manera les interaccions socials produeixen conseqüències materials i llavors intentar realitzar el camí invers, és a dir, veure com a partir de la seva ubicació espacial, decoració, etc., és a dir totes les característiques associades a l'objecte podem inferir la seva ubicació en l'univers social.

La Teoria de Rang Mitjà⁴⁷ permet explicar per què el registre material adopta una disposició particular. S'ha volgut fugir d'ella perquè estava associada amb la *New Archaeology* i la seva cerca de lleis generals del comportament humà dins un sistema nomològic - deductiu, però, en realitat, forma la base de la teoria arqueològica i és una entitat heurística que té com a objectiu reduir el nombre de solucions possibles d'un problema (Barceló, 1995: 298). La Teoria de Rang Mitjà és l'element que permet connectar un estat inicial, una evidència empírica amb una solució o interpretació, i ho fa en virtut d'unes observacions més generals sobre aquells mateixos atributs. Són heurístiques perquè constitueixen la condició que permet emprar aquella interpretació i no una altra, però no són les interpretacions pròpiament dites. El problema és que es va emprar una noció errònia d'inferència analògica, que connectava les dades i la interpretació etnològica quan, en realitat, aquest lligam s'ha d'establir entre l'evidència i les seves condicions d'activació (Barceló, 1995: 298). Per tant, l'analogia és un altre tipus d'operador d'associació i no pas una teoria simplista sobre les diferències i les semblances entre les societats humanes. La Teoria de Rang Mitjà es refereix a l'espai del problema, a la relació entre els diferents conceptes, i no pas a principis antropològics generals.

Com que la TCM encara està per construir, no és el lloc per fer un desenvolupament perquè demana un nivell de detall que surt fora de l'abast temporal i temàtic de la tesi. Aquí s'han posat les bases i s'han suggerit algunes línies de recerca futures que cal explorar⁴⁸, però ja no limitant-se a un àmbit purament teòric, que és el que s'ha presentat aquí, sinó sobre les possibilitats reals de construcció de la TCM i això implica baixar a la intercontrastació permanent entre teoria i dades empíriques i entre societat actual i registre.

I.2.2.5. L'aportació dels mètodes quantitativus

L'objectiu d'aquest apartat és presentar la meua concepció sobre la utilitat de la RV en Arqueologia en tant que mètode quantitativu. Per aquest motiu, començaré fent un breu repàs de la contribució dels mètodes quantitativus i les aplicacions computacionals al procés de recerca i després em centraré en la funció específica de la RV.

El procés de recerca arqueològica inclou totes aquelles tasques que es duen a terme des de la planificació d'una excavació fins a la difusió i la gestió de les restes materials, que és una funció permanent. Els mètodes quantitativus i les aplicacions computacionals

⁴⁷ Les de Baix Rang correspondrien a la descripció del registre i les de Gran Abast a les inferències sobre la naturalesa de les societats humanes.

⁴⁸ Un punt de partida pot ser l'article de Joan Anton Barceló (Barceló, 2002) sobre raonament arqueològic, en què desenvolupa l'anàlisi espacial del registre arqueològic com a base per a realitzar inferències socials

participen en totes elles, però la concepció sobre la seva presència oscil·la entre dos pols: un orientat a les tècniques, és a dir, a l'aspecte més pràctic de la disciplina; l'altre orientat als objectius, és a dir, a l'àmbit de l'epistemologia. L'exemple més clar és la manera com s'organitzen les sessions del congrés internacional *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (CAA): quan l'èmfasi es posa en les diferents activitats de la recerca, les aplicacions de cada tècnica estan disseminades a totes les seccions; en canvi, quan l'èmfasi es posa en la tècnica, llavors es reuneixen totes les presentacions en un sol apartat, barrejant les aplicacions i els objectius.

L'obtenció de coneixement per part de l'Arqueologia actual es pot entendre com una dialèctica constant entre la sintaxi i la semàntica (Barceló 2002) o, dit d'una altra manera, entre el conjunt de regles creat per relacionar els atributs del registre arqueològic i el significat que es desprèn d'aquestes relacions. És a dir, entre la descripció de les dades i la seva interpretació. Es pot afirmar que, fins el moment, l'Arqueologia s'ha ocupat principalment de la sintaxi i, després, ha juxtaposat a aquestes descripcions excessivament detallades del registre una interpretació externa basada en una heurística més o menys consistent. La interrelació entre sintaxi i semàntica opera a dos nivells: a un nivell general, des de la posada en funcionament dels operadors per resoldre el problema a l'activació de les solucions; i també a un nivell particular, dins de cadascuna de les fases en què es pot subdividir aquest procés, ja que cadascuna d'elles opera amb les seves pròpies regles per construir els seus propis significats, que després s'integraran als altres per donar lloc al global. Aquesta idea es podria representar de la següent manera:

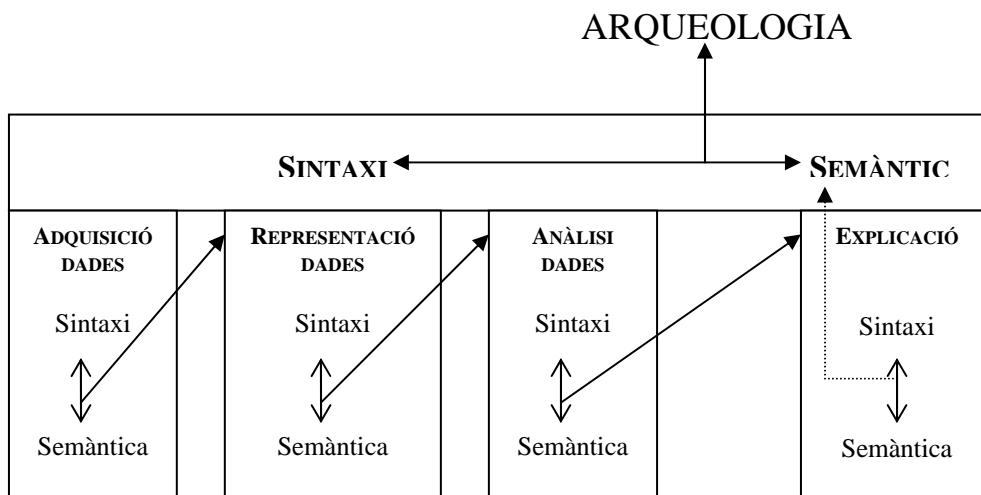


Figura 4: el procés actual de construcció de coneixement arqueològic des del punt de vista semiòtic.

Els mètodes quantitius i les aplicacions computacionals es troben en les quatre fases representades. L'adquisició de les dades constitueix la premissa fonamental del procés. Les dades poden provenir de l'enregistrament de la memòria oral i escrita, de les propietats físiques i químiques dels elements analitzades al laboratori, de la prospecció i l'excavació. A aquest nivell intervenen, principalment, els programes de gestió computeritzada en temps real de l'excavació, les bases de dades, la fotogrametria, el CAD i altres formes d'obtenció d'informació visual i espacial, com ara les estacions totals o l'escàner tridimensional. Les característiques de les diferents tècniques

evidencien que l'adquisició i la representació de les dades estan estretament interrelacionades.

Els llenguatges de representació són diversos i s'ordenen en diferents nivells d'elaboració. El més utilitzat fins ara en Arqueologia és el llenguatge natural, dotat també de la seva pròpia sintaxi i semàntica. La presència d'algunes característiques considerades negatives des del punt de vista del científisme més estricte han portat alguns investigadors i investigadores a propugnar l'adopció d'una forma de representació estandarditzada, no ambigua i operativa. És el cas del llenguatge numèric o del visual. En el primer tipus s'inclouria l'estadística descriptiva i la Intel·ligència Artificial i en el segon totes les tècniques que treballen amb la geometria, com ara la RV, el CAD, el GIS, etc. Les bases de dades també constitueixen un sistema específic de representació, dotat de la seva pròpia jerarquia, perquè es poden orientar en funció d'atributs, conjunts d'atributs (objectes), conjunts d'objectes, etc. i, conseqüentment, imposen a les dades una concepció específica. Finalment, també hi ha els diversos intents de formalització (lògica) del raonament, el màxim exponent del qual ha estat Jean-Claude Gardin (Gardin, 1990) amb l'anàlisi logicista.

L'anàlisi de les dades es refereix a la detecció de regularitats o patrons en les dades i encara es situa en el marc general de la sintaxi. Són eines analítiques l'estadística inferencial, el GIS, la Intel·ligència Artificial i la RV. La majoria d'elles s'havien presentat com a llenguatge de representació però s'han de considerar també instruments d'anàlisi des del moment que incorporen operadors.

Explicar significa evidenciar les relacions causals o, en altres paraules, posar en connexió l'estat inicial amb l'estat final tot determinant quina o quines de les solucions possibles s'activen (Barceló, 1995). Els mecanismes explicatius bàsics amb què treballa l'Arqueologia són, com vèiem anteriorment, la deducció, la inducció i l'analogia, i també existeixen mètodes quantitativs que treballen segons aquests principis. Per exemple, els Sistemes Experts es consideren un sistema d'explicació automàtica ja que aprenen un conjunt de regles per després realitzar deduccions de manera autònoma. Per altra banda, la simulació funciona basant-se en l'analogia: els sistemes poden "reproduir" societats i la RV pot representar un jaciment arqueològic, un objecte, un edifici o un conjunt d'edificis; en tots dos casos, la integració de la variable temps contribueix a una explicació dels fenòmens causals.

Gràcies a la seva versatilitat, algunes d'aquestes aplicacions també es fan servir posteriorment per la difusió del coneixement obtingut. Tenim com a exemple les bases de dades, destinades a la cerca d'informació, que normalment es transformen en un multimèdia, i també la RV, que per la seva iconicitat permet transmetre més fàcilment informacions sobre els jaciments. Cada cop es fa més evident la tendència creixent a explotar el suport digital com a vehicle de comunicació entre els/les especialistes i el públic i, al meu entendre, aquesta flexibilitat de les aplicacions computacionals és important perquè permet que les persones construeixin el seu propi coneixement amb les mateixes eines amb què ho han fet els/les professionals, amb la qual cosa no aprenen només continguts tancats sinó que comprenen també les metodologies i això apropa tots dos col·lectius.

Les aplicacions computacionals també contribueixen i ho han fet des dels inicis de la seva presència en Arqueologia a la gestió de les restes materials, ja que els ordinadors

permetien emmagatzemar i manipular grans quantitats d'informacions en les bases de dades. Posteriorment, aquests usos s'han ampliat o complementat amb altres tècniques com ara el CAD, l'estadística, el GIS... diverses aplicacions computacionals que faciliten l'administració, protecció i conservació de les restes arqueològiques en el seu vessant patrimonial.

L'aproximació sincrònica a la qüestió evidencia que els mètodes quantitius transcendeixen l'estadi de la simple aplicació tècnica ja que s'integren, cada cop de manera més indèstria, en totes les fases del procés de recerca arqueològica i, fonamentalment, en el de l'explicació. Per això crec, responent a la pregunta indirecta formulada per Ian Hodder fa pocs anys (Hodder, 1999: 179), que sí estan modificant els fonaments epistemològics de la disciplina⁴⁹ però, malauradament, la transformació conscient es redueix al grup d'investigadors i investigadores interessants en aquest àmbit. En la majoria de casos, l'adopció de les TIC és un apèndix del procés de recerca, orientada fonamentalment a la difusió. Tanmateix, crec que els mètodes quantitius tenen o poden tenir una influència real en el debat intern de la disciplina i cal continuar explorant les seves possibilitats per millorar la situació epistemològica i social de l'Arqueologia.

Un cop repassada l'aportació dels mètodes quantitius i les aplicacions computacionals al procés de recerca arqueològica, centrem-nos en la contribució específica de la RV. Preguntar per la utilitat de la RV en Arqueologia equival a preguntar, en primer lloc, per la dimensió científica de la disciplina, ja que totes les ciències fan servir representacions de la realitat per explicar-la. Però, a més, la RV és un tipus de representació molt específic –computacional, icònica i interactiva– i per aquest motiu permet introduir en Arqueologia les capacitats dels models científics i, més específicament, de la simulació.

Com hem vist anteriorment, un model és una representació simplificada d'un objecte o d'un fenomen real, que permet descriure'ls i explicar-los. Admet la formulació en diferents llenguatges, funciona deductivament i no presenta el problema de la inducció perquè s'aplica a un cas concret. Sobre aquest model es pot operar de maneres diferents, amb l'objectiu d'obtenir coneixement, i una d'aquestes formes és la simulació. La simulació és una tècnica –normalment computacional– que “reproduïx” les característiques dinàmiques d'una entitat per tal de validar una hipòtesi interpretativa o explicativa sobre ella. La diferència entre les simulacions i altres tipus de models és que no representen mecanismes d'inferència sinó processos físics (Barceló, 1995: 305). Per això la simulació està tot sovint relacionada amb la I. A. i els sistemes experts i, en el cas que aquesta verificació es realitzi mitjançant l'apreciació de qualitats de tipus icònic, amb la visualització científica. Aquest és el punt en què connecten la RV i els models. La RV és computacional, amb la qual cosa permet manipular les informacions a través de la seva traducció a la lògica abstracta pròpia dels ordinadors. Això significa també que és programable i, per tant, accepta la inclusió de sistemes de regles associats als elements que conté. Com que és icònica, resoldrà qüestions associades amb la geometria o l'espacialitat. I això, juntament amb el fet de ser interactiva, proporciona un entorn, un espai tridimensional en què relacionar-se de forma més intuïtiva –natural– amb les dades. En conclusió, la RV s'ha d'entendre com una simulació informàtica de

⁴⁹ En parlaré més extensament a l'apartat “Existeix l'Arqueologia virtual?”, dins les conclusions de l'anàlisi pragmàtica de la RV des del punt de vista de la recerca arqueològica.

tipus visual. Ho veurem més extensament a l'apartat sobre visualització científica quan ens aproximem a la definició de RV a través de la cerca de coneixement.

En Arqueologia es fan servir actualment tres tipus de models:

- Models de processos o entitats abstractes, molt relacionats amb el funcionament i la transformació de les societats.
- RV utilitzada en els primers estadis del procés de recerca arqueològica (visualització de jaciments o paisatges, anàlisi traceològica, etc.) aprofitant les seves capacitats de modelització de l'espai (Barceló, 2000; 2001).
- RV assimilada al *Virtual Heritage*: il·lustracions “realistes” del passat, que continuen la tradició dels dibuixos i les maquetes però amb l'afegit de la sofisticació computacional, cf. (Pujol, 2002a).

És a dir, que no s'empra un únic tipus de model sinó que es construeixen diferents menes de representacions en funció dels objectius, l'objecte d'estudi, etc. El primer cas, el de les simulacions abstractes, s'ha desenvolupat sobretot en l'àmbit de la teoria sistèmica i, més recentment, les aplicacions de sistemes complexos. Algunes simulacions es basen en el “llenguatge a base d'agents”, en què cadascun executa unes accions segons les seves pròpies regles de funcionament i el coneixement específic de l'entorn (Barceló, 1995: 305). L'avantatge d'aquests models de cara a les disciplines històriques és que, per exemple, això permet de fer intervenir els agents socials – examinar realment el motor de canvi històric, en lloc de consideracions abstractes–, o bé reproduir processos naturals que han pogut influir en l'estat present d'un jaciment. El problema és que un mateix estat final pot tenir més d'un estat inicial, però per això els vestigis materials són tan útils, perquè ens indiquen les successives fases del procés i, per tant, permeten reajustar el model.

Pel que fa al segon cas, la RV pot constituir una forma de representació específica de l'Arqueologia perquè ambdues estan basades en la geometria. L'Arqueologia treballa en l'espai i amb el concepte d'espai; per consegüent, li és molt útil una eina de simulació espacial que, a més, pugui integrar la variable temporal. Així, la RV és un llenguatge de representació geomètric que permet formalitzar el procés explicatiu (Barceló, 2000; 2001) i que, en principi, queda restringit a les primeres fases del procés de recerca arqueològica, però no únicament com a eina descriptiva sinó també explicativa i comunicativa, ja que permet oferir diferents interpretacions i mostrar l'estat original de les restes i la metodologia. Això és el que intenten fer alguns dels investigadors que participen en les CAA desenvolupant el concepte de model geomètric (Barceló, 2001) o d'entorn cognitiu relacionat amb el paisatge (Forte, 2000). És cert que es podrien incloure dins un renovat corrent processualista però la seva postura, que és hereva del debat dels darrers trenta anys entre les dues postures (Wylie, 1994), ha superat les concepcions de la *New Archaeology*: rebutgen la concepció formalista de la Ciència i el determinisme mediambiental i cerquen l'explicitació del procés de raonament per mitjà de la creació d'un llenguatge universal. Les noves vies es centren en els primers nivells de la recerca arqueològica perquè es creu que cal començar per la base, pels fonaments de la disciplina –el significat del registre arqueològic– i, a partir d'aquí desenvolupar una teoria del procés explicatiu. Com que la RV treballa principalment representant i

manipulant entorns quadridimensionals, és normal que estigui associada amb les qüestions directament relacionades amb el registre arqueològic.

Però el tipus de RV que predomina actualment i que s'està difonent al públic general és el *Virtual Heritage*⁵⁰. El VH és un exemple molt clar de com, segons Felipe Criado (Criado, 2001), l'Arqueologia ha integrat les diferents facetes del pensament neoliberal actual. Per una banda, representa la nova imatge "moderna" de l'Arqueologia, basada en una estètica *high-tech* i que proporciona imatges estandarditzades, aparentment "objectives" i neutres. No és interpretació ni discurs, és imatge tancada que s'ofereix al públic de manera completament aïllada i, conseqüentment, no se sap d'on surt ni en què es basa i això anul·la la possibilitat de dialogar amb les informacions per construir el propi coneixement: les persones es converteixen en consumidores passives de mites visuals. Aquest és un tema sobre el que cal reflexionar perquè la responsabilitat és molt gran: per primer cop l'Arqueologia es troba en disposició d'oferir imatges concretes del passat en lloc d'explicacions verbals i això està tenint una influència transcendental –o, segons com es miri, devastadora– sobre l'imaginari col·lectiu. Una altra via de "modernització" de l'Arqueologia ha estat la seva introducció en l'economia de mercat. Des d'aquest punt de vista, la RV es dedica a la fabricació de productes de consum. El gran èxit de les imatges virtuals rau en el fet que són "fragments de passat" fàcils d'emmagatzemar, de produir en sèrie i distribuir i tenen una bona sortida perquè combinen la sofisticació virtual i el romanticisme de les "civilitzacions perdudes". Això no obstant, no crec que s'hagin d'eliminar les reconstruccions virtuals: són útils i necessàries –amb algunes modificacions, sobretot pel que fa a la distinció visual del que és real i el que és hipotètic– per comprendre els jaciments però mostren una Arqueologia que no hauria de ser –estàtica patrimonial, artística– i, en relació amb la tecnologia, no aprofiten tot el potencial de la RV, que és la interactivitat.

Podem dir que la RV és a l'Arqueologia el que l'hipertext o el multimèdia és a la Història. Aquesta nova forma de comunicació mostra paral·lels evidents amb el postestructuralisme, com per exemple (Hodder, 1999: 181-184): la possibilitat d'implicar-se en la lectura o, fins i tot, de participar en la construcció del text; la intertextualitat o interrelació entre diversos fragments d'informació de manera no jerarquitzada; la manca de punts centrals o referències que actuïn com a premissa universal, com per exemple a Internet; la permanent actualització del coneixement; la seva construcció a partir de la connexió de fragments individuals d'informació, com passa en Arqueologia; la pluralitat de punts de vista i la multivocalitat; la virtualitat com a sinònim d'allò que (ja) no té entitat material però és (re)construït, com per exemple el passat; la no linealitat i la possibilitat de construir metanarratives; i finalment, l'estimulació de la reflexió, ja sigui com a conseqüència de la pràctica professional o bé de l'entrada de noves veus i, per tant, nous punts de vista. Però tot això també pot tenir els seus inconvenients perquè, de la mateixa manera que la RV es pot fer servir com a model o bé –com s'està fent actualment– per reforçar una concepció positivista del passat, el fet que el multimèdia sigui principalment hipertextual reforça la idea de la Història com a narrativa i, sobretot, com a construcció de discursos subjectius i efímers.

Per acabar, voldria cloure aquest apartat amb una reflexió de Mercedes Farjas, Catedràtica de Topografia de la UPM, sobre la tecnològització actual. En la seva

⁵⁰ A grans trets es pot definir com la síntesi, conservació, reproducció, representació i difusió del patrimoni cultural tangible amb l'ajut de tecnologia gràfica avançada. El definiré més detalladament a l'apartat "Existeix l'Arqueologia virtual" del capítol dedicat a la Pragmàtica de la RV.

intervenció al Seminari “*Métodos y técnicas en la contextualización del registro arqueológico*”, organitzat a la UAB els dies 12-14 de febrer de 2004 per Rafael Mora Torcal i jo mateixa, va comentar:

“Mientras los arqueólogos hacen topografía, no hacen Arqueología”.

Aquesta frase resumeix indirectament la seva sensació que les i els professionals de l'Arqueologia s'estan centrant excessivament en les noves tecnologies i estan oblidant quina és la seva veritable especialitat i quines problemàtiques internes la caracteritzen. La tecnologia no és un fi sinó un mitjà: no és necessari fer servir un caríssim escàner 3D per representar un simple capitell. En canvi, cal centrar-se més en la interpretació perquè, darrera tanta sofisticació gràfica, l'Arqueologia segueix essent descriptiva: ha canviat els dibuixos i els textos per màquines, però la base conceptual és la mateixa. En el cas concret de la RV, com a molt, serveix per la documentació (del paisatge) però no per l'anàlisi, probablement perquè l'Arqueologia encara no ha assolit la maduresa que la situï en aquest estadi analític. Ha convertit el paisatge en objecte, ha augmentat l'escala però, en el fons, segueix tenint un deix d'antiquarisme secular.

I.2.2.6. Conclusions

Crec que les Ciències Històriques poden trobar en la Biologia i sobretot en la Geologia –que estudia el present a partir de processos diacrònics reflectits al registre sedimentològic– un exemple de com esdevenir científiques. Són molt reveladores les paraules de Hayden White (White, 1992: 42):

“La biología se convirtió en ciencia cuando dejó de ser practicada como “historia natural”, es decir, cuando los científicos de la naturaleza orgánica abandonaron el intento de construir la “verdadera historia” de lo “que sucedía” y empezaron a buscar leyes, puramente causales y no teleológicas que pudieran explicar la evidencia proporcionada por el registro fósil...”

Però no pas en el sentit en què van ser escrites per l'autor. Certament, la Biologia es va convertir en Ciència quan va deixar de ser concebuda des del punt de vista històric, entenent per històric la manera com es concebia la Història en aquell moment, és a dir, com a narració amb una finalitat moralitzant o legitimadora. Però intentar explicar les causes del registre a través de lleis –que és la finalitat proposada posteriorment– tampoc no la farà més científica perquè el comportament humà –com tot l'ecològic en general– no accepta ser encotillada dins de lleis deterministes i perquè, atès que ja no es pot observar directament, és impossible conèixer el passat de la mateixa manera que es pot conèixer un ecosistema. Per tant, la causalitat és l'objectiu però no pas respecte del passat sinó respecte del present. En conclusió, la Biologia és un exemple de com s'han comprès totes aquestes qüestions i s'han abandonat les concepcions restrictives per acceptar dins el “club” del coneixement científic aquesta disciplina que, si acceptéssim les concepcions tradicionals, no només n'estaria al marge, sinó que seria incapaç de proposar cap explicació vàlida perquè la metodologia nomològica positivista no li escau.

Les Ciències Naturals treballen cada dia amb sistemes inestables, indeterministes i/o no observables directament i això no els causa cap mena de problema, ans al contrari, és

un estímul per desenvolupar el coneixement humà. Per altra banda, l'estudi de les societats humanes només pot emprar la perspectiva de la complexitat perquè ens són molt properes i en posseïm molta informació. Per això podem afirmar que les Ciències Històriques no són menys científiques que les Naturals, sinó que són un tipus de específic disciplina que ha de fixar els seus objectius, tenir ben clara la naturalesa del seu objecte d'estudi i desenvolupar el(s) mètode(s) i tècniques adequats –un aspecte fonamental que encara té moltes llacunes– sense complexos. Naturalment, això no és tant senzill perquè passa pel rebuig de la Història tradicional –formada per grans relats fonamentats en la causalitat aristotèlica, la certesa newtoniana i la coherència temporal de Descartes– i l'endinsament en un nou territori probabilístic, de temps i trajectòries diverses, en què l'única realitat és l'absència de certesa (McGlade, 1999: 16). Però cal pensar que això permet realitzar explicacions més sofisticades. Per tant, en lloc de lamentar-nos de la mala sort de la Història i, sobretot, de l'Arqueologia, hem de començar a treballar per construir aquesta base teòrica - metodològica basada en la cultura material que, pel seu abast epistemològic, hauria de permetre superar la nova incoherència entre les recents perspectives teòriques i la pràctica sobre el terreny, encara dominada per la geometria euclidiana i la lògica positivista (McGlade, 1999: 16).

És possible que la meua proposta es pugui emmarcar dins el que Ian Hodder anomena (Hodder, 1988) “Arqueologia processual - cognitiva”, una nova síntesi a partir del processualisme i el postprocessualisme, que rebutja l'existència de lleis objectives independents i entén la ideologia com a element actiu dins les societats, per la qual cosa defensa la necessitat d'estudiar la simbologia i d'intentar copsar l'estructura de les transformacions, i això la porta a buscar la inspiració en la Biologia evolutiva, les matemàtiques de sistemes no lineals, etc. Tanmateix, la diferència principal és que jo crec que les problemàtiques s'han de plantejar en el present i no pas cap el passat perquè llavors segur que mai no arribarem a cap coneixement fiable. El principal problema de l'Arqueologia, com de totes les Humanitats, és que sempre ha volgut obtenir respostes immediates. En canvi, la Física o les Matemàtiques subdivideixen els problemes fins a la més mínima expressió i després tornen cap amunt avançant pas a pas. Un altre error és que es planteja grans preguntes, de tipus filosòfic més que no pas científic i després pretén resoldre-les científicament, quan el mètode empíric experimental està pensat per resoldre petits problemes. El problema de l'Arqueologia, de la Nova Arqueologia, és que va començar la casa per la teulada, i el postmodernisme va demostrar que l'estructura no s'aguantava. Per això encara hi ha discussions sobre el mètode, l'objecte d'estudi i, fins i tot, els objectius. Les diferències quant a la primera qüestió no són greus, però les altres dues sí que són preocupants, especialment en una societat que tendeix a rebutjar tot allò que no és útil (en termes econòmics). Tanmateix totes les branques de coneixement les pateixen o les han patides i això contribueix a estimular la recerca. En aquest sentit, les diferències entre unes i altres no són tant qualitatives, com de grau: és una qüestió de maduresa.

Així doncs, prenent novament la Ciència com a referència, crec que, per comparació amb el desenvolupament de les Ciències Físiques, l'Arqueologia encara és una disciplina jove –podríem aventurar que es troba en un estat equiparable al del s. XVIII, en què reunia l'astrologia, l'exegesi, l'observació i l'experimentació–, no pas estancada sinó ben viva des del punt de vista del debat intern (Criado, 1996), que intenta trobar el seu camí i que encara té molta feina a fer, sobretot perquè tinc la impressió que amb el postmodernisme i la ubicació de la disciplina dins les Humanitats s'ha arribat a un “*status quo*”, en què i les diferents tendències –històrica, polític - social o patrimonial,

quantitativa, prehistòrica, etc.– treballen independentment les unes de les altres, maldant per fer-se un lloc en el panorama social i, darrerament, laboral del context històric actual.

I.2.3. Funció social de l'Arqueologia

I.2.3.1. Introducció

El present capítol no serà tan llarg com l'anterior perquè no es tracta de refutar una concepció sòlidament establerta en l'entorn acadèmic, sinó d'expressar les meves opinions sobre la funció social de l'Arqueologia, especialment pel que fa a la necessitat divulgativa, ja que això ha estat determinant per l'elecció del tema del projecte de recerca. He dividit les explicacions sobre la funció social de l'Arqueologia en tres parts. La primera està dedicada al vessant polític, és a dir, a l'ús del Patrimoni com a eina de legitimació d'identitats –socials o ètniques– i de reivindicació de demandes relacionades amb aquestes. La segona està dedicada al vessant econòmic: mostra que el Patrimoni no és només un conjunt de pedres que costen diners perquè interfereixen en la construcció d'infraestructures i cal netejar-les, sinó que també poden contribuir a la dinamització econòmica d'un territori, especialment quan l'acció no es fa des del centre cap a la perifèria, sinó que es donen les eines i la paraula a les comunitats locals. La tercera part correspon al vessant divulgatiu. La divulgació⁵¹ hauria d'anar en primer lloc perquè, des del punt de vista cronològic és el primer element que s'activa: posa en contacte la recerca i la societat i això permet els altres usos. Però aquí no s'entén en aquest sentit, sinó des de la perspectiva de la funció educativa del coneixement arqueològic, que també és social i política.

Per què dic que l'Arqueologia és una disciplina social? Ho és tant com la Medicina, la Física nuclear o l'Enginyeria, perquè la seva funció no és produir coneixement perquè sí, sinó que té una utilitat de cara a la societat. O potser, fins i tot, és més social que aquestes perquè, a més de tenir-la com a destinatària, la té com a objecte d'estudi, és a dir, que ens ofereix una metaperspectiva, la possibilitat de reflexionar sobre nosaltres mateixos/es i aquesta és una activitat molt necessària per a la salut política i social de les comunitats humanes (occidentals). Aquesta no és una idea que es plantegi ara, sinó que es pot anar seguint des dels orígens de la disciplina. Tradicionalment, les disciplines històriques s'havien proposat d'acumular informació sobre el passat i la quantitat de coneixements conferia prestigi i autoritat als investigadors. Gordon Childe comparteix aquesta voluntat erudita però li donarà un nou sentit: s'estudia el passat per entendre per què el present és tal com és. Karl Marx ja havia desenvolupat tal idea i encara l'havia duta més enllà perquè li atorgava una funció de transformació social que no tornaria a tenir un paper principal fins als postmodernismes: davant la situació de desigualtat social i explotació observada en el context del capitalisme del s. XIX, el pensador alemany pretenia comprendre els seus orígens per obtenir armes amb què transformar el present (Barceló, 1998b: 38).

Amb la *New Archaeology* sembla que els objectius facin un tomb important. L'Arqueologia deixa de ser Història per esdevenir Antropologia i la seva finalitat es

⁵¹ Per “divulgació” entenc la publicació, la difusió d'un missatge entre el públic i, més específicament, posar a l'abast de tothom un tema complex, cultural, científic o tècnic (de la Mota, 1988: 245).

troba en la recerca de lleis generals, enunciats que permeten l'explicació i la predicció d'un fenomen determinat. L'Arqueologia s'ocupa de fer "interpretació" i no pas "descripció" però, sobretot, s'ocupa d'aquelles coses que són interessants, significatives des del punt de vista del moment (Hodder, 1999: 14). Això demostra que, paral·lelament a la tradicional finalitat erudita, s'està començant a desenvolupar una preocupació per la funció de l'Arqueologia i per com se l'ha de transformar perquè l'acompleixi. El context social i polític del moment fa que aquesta funció es comenci a perfilar com a social. Per exemple, Fritz i Plog (Fritz i Plog, 1970) sospitaven que si "els arqueòlegs no realitzen investigacions d'interès creixent per al món modern, aquest acabarà prescindint d'ells cada cop més". Per a qui treballa l'Arqueologia, per a la Ciència en abstracte o per a la Societat? I el postmodernisme, amb tots els seus dubtes i preguntes provocatives, afirmarà quasi brutalment aquesta tendència. Sobretot a Europa, l'Arqueologia deixa de ser estudi del passat per esdevenir actitud envers el present: l'objectiu final de l'Arqueologia és, tenint en compte que la Història és pura interpretació i, per tant, els discursos poden ser manipulats en benefici propi, prendre un partit actiu en la construcció de les identitats i la solució de les desigualtats i els abusos actuals.

Diu Hodder (Hodder, 1999: 15):

"Rather than preserving or protecting the past behind iron fences or glass cases, these social movements are concerned with engaging the past in the activities of daily life. A living past is opposed to a dead past. Interpretive centre is opposed to museum. Knowledge about self is opposed to intellectual knowledge about the past."

A l'apartat anterior he plantejat que, des d'un punt de vista científic, la funció de l'Arqueologia és plantejar preguntes sobre fenòmens socials actuals relacionats directament amb la materialitat i resoldre-les des d'una perspectiva temporal i a través de les seves conseqüències materials. Una pregunta d'aquesta mena conté un vessant científic però també social, perquè les Ciències Històriques, com qualsevol branca del coneixement, s'esdevenen en un context social, polític, econòmic i cultural que les estimula. A més, l'Arqueologia actua sobre unes restes passades però que adopten el seu significat en aquest mateix present, com a concepte i com a objecte (Criado, 2001). El seu objectiu, per tant, és produir coneixement i generar intervencions útils en aquest context, tenint en compte el paper que les restes del passat juguen com a Patrimoni, és a dir, com a constructores d'identitat. La seva funció també és metodològica, perquè les eines amb què treballa són fonamentals a l'hora de conceptualitzar el món. David Crowther (Crowther, 1989: 44) expressa aquest punt de vista amb paraules molt més taxatives:

"It has been argued elsewhere that archaeology is public archaeology or is virtually nothing and that the past failures to root archaeology in popular relevance has had a negative effect on the scope of a discipline with an unhappy tendency to answer questions no one is asking."

Tot això significa que el fet que algun dia l'explicació arqueològica sigui possible en el sentit "científic" del terme no hauria d'impedir l'ús social i polític tant de les restes com dels coneixements generats per la disciplina. Això no implica que qualsevol persona es pugui dedicar a inventar explicacions sobre el passat i que desaparegui la figura de l'especialista, sinó que, essent conscient del paper que el Patrimoni juga en la

societat, la disciplina ha d'orientar les seves produccions en aquest sentit⁵². Ha de cobrir perspectives i qüestions diferents i, sobretot, ha de proporcionar les eines perquè la societat sigui conscient de la realitat política i social del seu context i la manera com el Patrimoni i el coneixement històric hi intervé. En altres paraules, les disciplines històriques han de servir no pas per formar savis i sàvies sinó persones conscients i crítiques en relació amb el seu present. I això també les inclou a elles i a la manera com es defineixen des del punt de vista de la identitat. Per tant, l'Arqueologia és també una eina d'autocrítica, que hauria d'ajudar a relativitzar les postures polítiques i també gestionar els conflictes que sorgeixen de la convivència entre el present i les restes materials del passat (Criado, 2001).

Havent esbossat breument per què i com l'Arqueologia és social des del meu punt de vista, només em queda definir el concepte de Patrimoni arqueològic, que constitueix la base dels tres vessants de l'Arqueologia que presentaré en aquesta secció. Tal com diu la Llei de Patrimoni Cultural Català (LPCC), que va aprofitar el marge de maniobra deixat per la *Ley de Patrimonio Histórico Español (LPHE)* per augmentar les competències autonòmiques a través d'una definició més precisa del Patrimoni, el Patrimoni està format per tots els béns mobles, immobles i materials, ja siguin de titularitat pública o privada, i també les manifestacions de la cultura tradicional i popular, relacionats amb la història i la cultura de Catalunya i que pel seu valor estètic, epistemològic o tècnic mereixen una protecció perquè la societat en pugui gaudir en el present i en el futur. Ja des del principi s'estableix una diferència fonamental entre les dues lleis, ja que, mentre per al govern central el Patrimoni és "històric", una conseqüència lògica de l'essència del poble espanyol desenvolupant-se al llarg del temps; per al català, el Patrimoni és "cultural", és a dir, que inclou tots els béns materials i immaterials que defineixen de manera intemporal l'especificitat de la nació catalana i que constitueixen una part d'allò a assolir. En el fons, totes dues definicions es caracteritzen per ser molt àmplies i convergeixen en la idea que el Patrimoni d'un país –sigui "històric" o "cultural"– és el símbol de la seva identitat.

En el marc d'aquesta definició general, el Patrimoni arqueològic està format per aquells béns –objectes, jaciments, monuments– susceptibles de ser estudiats a través de la metodologia arqueològica. En aquest cas, a més de la dimensió patrimonial que posseeixen *de facto*, també constitueixen el "registre arqueològic" i el seu valor des d'aquest punt de vista és principalment científic i, com a conseqüència dels objectius de la disciplina –als quals em referiré seguidament–, també social. Això no obstant, a partir d'un cert moment es va considerar que el Patrimoni també participava en el medi ambient i, per tant, seguint les normatives ecologistes dels anys 80, també era susceptible de ser protegit. Així doncs, la complexa definició del Patrimoni ha quedat fixada per llei: el Patrimoni té dos grans vessants, un de social i un de mediambiental; així com el medi natural és vital per a l'economia humana, el medi cultural també és important per a la societat. D'aquí la necessitat de protegir-lo.

El Patrimoni constitueix el testimoni de les diferents activitats humanes en el temps i en l'espai (Fernández, 1999: 98). Al principi, el Patrimoni arqueològic⁵³ es considerava pel seu valor artístic i és a partir d'aquí que es va definir el concepte i es van marcar les

⁵² Per exemple, el Museu de la Ciència de Barcelona és un exemple paradigmàtic del punt de contacte entre el món especialitzat i la participació del públic en la difusió i construcció de coneixement.

⁵³ Durant tot el text em referiré al Patrimoni arqueològic però per no repetir constantment l'expressió, he eliminat el segon terme.

pautes per al tractament de tots els “béns d’interès cultural” que, amb el temps, es van anar ampliant per acollir tant les produccions artístiques humanes materials i immaterials i, fins i tot, els objectes naturals, perquè es considera que aquests també formen part de l’univers simbòlic o cultural de l’espècie humana i evidencien el seu desenvolupament en el temps. Malgrat la progressiva transformació de la noció de Patrimoni, el problema que jo hi veig des del punt de vista de l’Arqueologia és que encara es manté la base artística, la qual cosa fa, o bé que es prescindeixi d’ella i la Museologia passi a encarregar-se de tot –un exemple seria (Fernández, 1999: 99)– o bé, en el millor dels casos, que la disciplina treballi amb un objecte d’estudi aliè i es mantingui la seva concepció com a disciplina auxiliar –si no de la Història, de la Història de l’Art o de la gestió del Patrimoni–, centrada en la recuperació d’objectes, ara ja no només considerats pel seu valor artístic –com en el primer antiquarisme– sinó pel seu valor com a testimonis de fets i identitats.

El Patrimoni és una entitat alhora objectiva i subjectiva: objectiva, perquè les restes físiques del passat es poden observar al nostre voltant; subjectiva, perquè està subjecte a la interpretació científica i psicològica de cada present (Schouten, 1995: 22, 26). Aquesta és la base per la seva funció social segons la LPHE però, al meu entendre, també és una de les causes principals dels problemes de l’Arqueologia perquè ha acceptat aquest estatus interpretatiu com a propi i, d’aquesta manera, mai no assolirà cap mena de credibilitat científica i social. Crec que s’ha de distingir la recerca i l’ús social del coneixement, malgrat que aquest condicioni la primera. En realitat, que condicioni no significa que hagi de definir les concepcions bàsiques, sinó que les activitats científiques han d’estar dirigides a la societat: a ningú mai no se li acudiria que la ciència - ficció o el *New Age* o les opinions dels Testimonis de Geovà, totes elles formes de pensament molt respectables, interferissin de manera fonamental o, fins i tot, possessin en dubte l’Astrofísica, la Genètica o la Bioquímica, malgrat que en alguns casos, com per exemple, la Medicina, treballen amb un objecte d’estudi que ens és molt proper. Per què ho haurien de fer en el cas de l’Arqueologia? Que la construcció del Patrimoni sigui una interpretació de cada moment no vol dir que les disciplines històriques també ho hagin de fer. Com en el cas dels exemples que he posat abans, cal distingir entre la pura recerca i els usos socials paral·lels, malgrat que la primera no ha de tenir un abast exclusivament acadèmic, sinó que ha d’acomplir una funció social. I aquesta tasca s’aconsegueix amb un canvi d’orientació en els objectius que, a més, també pot ser la solució, com ja he esmentat en diverses ocasions, al relativisme interpretatiu: en lloc d’intentar conèixer el passat a través d’un tipus de font que no pot proporcionar totes les respostes, hauria d’intentar respondre a preguntes sobre la materialitat present.

I.2.3.2. Vessant polític

El vessant polític es refereix a la relació de l’Arqueologia amb les activitats que tenen a veure amb el govern de les societats i la gestió dels afers públics, ja sigui amb una orientació de dalt a baix, des de l’Estat cap a les persones, per exemple per la legitimació del govern o la creació d’identitats nacionals –funció predominant al s. XIX–, o bé de baix a dalt, una crítica de les masses populars cap el govern i també la reivindicació d’identitats ètniques –funció estesa al s. XX. Aquest ús té com a base la transformació de l’ “objecte - document” en “objecte - patrimoni”, és a dir, en un element constitutiu de les propietats que conformen l’Estat (Bardavio i González

Marcén, 2003: 137). Tal modificació s'origina amb la construcció de les idees sobre l'Estat - nació al s. XIX i es reforça durant la transició d'aquest Estat liberal a l'Estat social, produïda a principis del s. XX.

Per què el Patrimoni i no una altra cosa? Perquè, com expliquen Iraida Vargas i Mario Sanoja (Vargas i Sanoja, 1990), el Patrimoni és l'expressió material, tangible, de la cultura de cada poble, que li és específica. Per això mateix, és un testimoni de la continuïtat històrica d'un grup humà en un territori. El nacionalisme és una ideologia moderna que es recolza en el passat per definir-se. Poden crear-se altres símbols, però sempre són *ex novo*; en canvi el Patrimoni és la prova palpable de la pertinença d'un territori a un grup concret i, per tant, de la legitimitat de les seves reivindicacions. Des del moment que les restes arqueològiques estan presents en el paisatge quotidià o es desenterren plantegen una problemàtica sobre el seu significat, gestió i pertinença. ¿Per què deixen de ser exclusivament propietat intel·lectual de l'acadèmia o bé propietat econòmica d'una persona, per esdevenir, a més, un bé públic? Aquelles restes van ser realitzades, emprades i abandonades per persones concretes però com que, en general, són totalment anònimes, la perspectiva temporal fa que considerem que les restes són producte, en general, de les comunitats que habitaven aquell lloc abans del present i que, lògicament, es poden considerar avantpassades de les societats actuals, especialment si hi ha semblances en les formes o les funcions, que mostrin la continuïtat històrica entre passat i present (Chapman, 1998: 93). D'aquesta manera, totes les persones que viuen actualment, són hereves d'aquesta cultura material, que se'ls transmet legítimament, de la mateixa manera que la llei estableix que, en cas d'absència de testament, els béns es transmeten seguint la línia de descendència. Si això és així en el cas de persones individuals, encara ho serà amb més raó en el de tot un poble.

Així doncs, aquest nou vessant s'hi afegix perquè la construcció de la noció d'Estat al s. XIX hi associa estretament una idea nacionalista i, encara que sembli contradictori, de propietat privada. I tal concepció es reforça amb la formació de l'Estat del benestar, pel qual l'Administració es converteix en garant de les llibertats i drets de la ciutadania (Bardavio i González Marcén, 2003: 137,142) i, per tant, l'Estat està obligat a legislar per garantir-ne l'estudi i la conservació. Per Henry Cleere (Cleere, 1991), el s. XIX és el segle del gran desenvolupament socio - econòmic de la burgesia i de l'imperialisme, amb les conseqüències ideològiques que això comporta: les lleis coincidirán amb l'interès materialista de controlar tots els béns perquè són sinònim de poder econòmic i de prestigi social; per tant, la protecció estatal tindrà més a veure, per tradició, amb els interessos econòmics de la classe social dominant que amb el valor científic de les restes. Però, de la mateixa manera que el Patrimoni va servir al s. XIX per reforçar la idea d'Estat Nació, ara serveix per reivindicar l'existència i els drets de les diferents comunitats ètniques en el món postcolonial (Hodder, 1999: 179).

Precisament, pels autors veneçolans (Vargas i Sanoja, 1990), el principal problema de l'ús del Patrimoni radica en el fet que mai no s'ha analitzat la qüestió des de la base, és a dir, des de la seva definició, ja que per ells el Patrimoni no està constituït per objectes de valor exclusivament material, artístic o ideològic. Tal definició, que transforma l'ésser humà i la seva història en una cosa estàtica, susceptible de ser descontextualitzada i col·locada en una vitrina, neix d'una concepció materialista burgesa de la vida i té com a conseqüència inevitable el colonialisme cultural, que tendeix a ofegar les tradicions culturals anteriors. A aquesta noció de "patrimoni" oposen el concepte d' "herència cultural", que posa èmfasi en el caràcter evolutiu de la

cultura i de la societat com a entitat en constant desenvolupament. Per tant, els objectes tenen un origen determinat, provenen –seguint la terminologia materialista històrica– de les relacions socials de producció i no són elements descontextualitzats i ahistòrics. Com a conseqüència d'això, l'Arqueologia esdevé una disciplina de caire social, a diferència d'Europa, que té una tradició més estàtica i artística.

Qualsevol dels dos casos condiciona la funció de l'Arqueologia, perquè si treballa amb objectes que pertanyen al conjunt de la població, està moralment obligada a conservar i difondre els coneixements que genera tal com, efectivament, estableix la legislació. Per què conservar? Col·leccionar objectes pel simple fet d'acumular és estèril i no té sentit si no està inclòs dins una dinàmica epistemològica: l'obtenció de dades serveix per augmentar el corpus històric però, sobretot, serveix com a element dinàmic per reactivar la crítica envers aquests coneixements acumulats. En altres paraules, cada moment històric genera els seus propis discursos sobre el passat i necessita una evidència material sobre la qual fonamentar-los; per aquest motiu, la pura descripció de les restes o l'acceptació de la impossibilitat d'anar més enllà de la interpretació *ad hoc*, permeten, respectivament, que les restes es facin servir com a il·lustracions de discursos interessats i que es legítimi aquesta manipulació. Així doncs, de la mateixa manera que cal conservar el medi natural perquè és la font de supervivència biològica de l'espècie, també cal conservar el Patrimoni –i els coneixements científics associats– perquè és un element imprescindible dins el medi cultural/social i, per tant, contribueix a la “supervivència” històrica de les comunitats humanes.

Tot això ens mostra que el Patrimoni és una construcció simbòlica, el contingut de la qual depèn del context ideològic de cada moment. Però en tots ells està lligada a la noció de la identitat i la memòria col·lectives. La identitat es podria definir com la concepció d'un/a mateix/a basada d'una escala de valors, de normes de comportament, etc. que comporten una xarxa de relacions amb un cert grup social i un sentiment de pertinença a aquest grup i concretada externament en un univers simbòlic que reafirma la identitat social pròpia i demarca, simbòlicament i materialment aquesta identitat en contrast amb d'altres identitats (Bardavio i González Marcén, 2003: 138). En aquest sentit, el patrimoni serveix de document o memòria per mostrar l'evolució de la societat vinculada a aquelles restes i legitimar les reivindicacions polítiques i socials de la comunitat que s'hi identifica i també proporciona un ventall d'icones que actuen com a símbols de reconeixement o defensa d'aquestes demandes (Bardavio i González Marcén, 2003: 138). Malauradament, el Patrimoni és una arma de doble tallant: atès que constitueix la prova palpable de la continuïtat històrica d'un grup humà sobre un territori o la possessió d'aquest en el passat, demostra el vincle entre ells i, per tant, pot ajudar a recolzar les seves aspiracions nacionalistes però igualment es pot invertir aquest argument amb la finalitat de destruir-les.

Les implicacions ideològiques del Patrimoni han tingut conseqüències molt nefastes a Europa, com ens mostren diversos articles dedicats als esdeveniments bèl·lics ocorreguts als Balcans (Chapman, 1998; Ruiz Zapatero, 1994). Tal com diu Felipe Criado (Criado, 1996), els objectes arqueològics estan buits de contingut simbòlic perquè l'original s'ha perdut en desaparèixer la memòria de la societat que els va crear. Per tant (Ruiz Zapatero, 1994), aquest significat es pot manipular i articular a voluntat no només per defensar ideologies polítiques, sinó també per reprimir-les des de les

institucions de poder. Els casos més extrems són els feixismes europeus⁵⁴ dels anys 30 i, més recentment, la guerra serbo-croata. La guerra de Bòsnia va mostrar quin és el potencial simbòlic del Patrimoni i la consegüent necessitat de protegir-lo. En cas de guerra és quan s'utilitza més el Patrimoni: si aquest serveix per demostrar el vincle entre una comunitat i un territori, la millor manera d'eliminar les seves aspiracions és destruint allò que les demostra; aquesta destrucció pot ser duta a terme amb molta més perfídia, per anihilar completament la comunitat, no només físicament sinó també simbòlicament (Chapman, 1998: 94). Henry Cleere es pregunta per què hi ha aquest interès pel Patrimoni (Cleere, 1991), i la seva explicació cerca causes molt més enllà de la simple raó històrica per endinsar-se en l'Etnologia. Per aquest autor el Patrimoni seria un element identificador que es relacionaria amb l'instint de territorialitat innat a tots els éssers vius i que, en el cas humà, quedaria matisat per la seva peculiaritat cultural. La pertinença a un grup, així com l'existència d'aquest, queda definida per la seva relació directa amb el medi de subsistència, i això és un factor de cohesió social molt important en societats no desenvolupades, que es recolza en una estructura simbòlica construïda al voltant d'aquest fet.

Això no obsta perquè hi hagi un tipus de destrucció del Patrimoni que no es té gairebé mai en compte i que –potser també per això– és encara més nociva que la generada pels conflictes armats: és la que prové dels processos de pau. Gassia Artin plantejava en un article sorprenent (Artin, 1998), el problema del patrimoni del Líban després de les guerres que van devastar el país entre el 1975 i el 1990: la necessitat de reconstruir Beirut un cop iniciada la pau, va obrir les portes a un seguit d'activitats terriblement nocives per al Patrimoni, com ara el pillatge sistemàtic; la urbanització salvatge, incentivada per la possibilitat de fer diners ràpidament i fàcilment; les excavacions clandestines efectuades per missions locals o estrangeres davant la situació anàrquica del país; el tràfic d'antiguitats, etc. (Artin, 1998: 106). A l'hora de la veritat, resulta que la pau és més perillosa que la guerra per al Patrimoni perquè, deixant de banda la possibilitat que la guerra hagi acabat amb una ocupació, la major part de les vegades, les elits adoptaran totes les mesures necessàries per afavorir els seus interessos polítics i econòmics i també perquè, en el cas de la població general, l'important és sobreviure en el present i no pas “sacrificar-se” per protegir unes relíquies que, sovint no se senten com a pròpies i, per tant, no es valoren (Artin, 1998: 110). El resultat és que es permet la destrucció de les restes o es col·labora activament en el seu espoli, per tal d'extreure'n algun benefici que permeti sortir de la misèria, davant la manca de possibilitats laborals.

Aquesta desvinculació entre el Patrimoni i la població sembla contradir-se amb allò que he afirmat fins ara, però és un sentiment real, que coexisteix amb el seu contrari, és a dir, amb l'atorgament d'un valor simbòlic de connotacions polítiques. La indiferència envers el Patrimoni és el resultat de la percepció de l'Arqueologia com a passatemps individual per a les elits de les societats opulentes (Barceló, 1998a: 113; Díaz-Andreu, 1998: 41), que pot ser una imatge difosa intencionalment o no. En el primer cas, es tracta de l'acció sistemàtica de les classes socials elevades, que descontextualitzen les restes per poder manipular els objectes / monuments i els seus significats en benefici propi (Barceló, 1998a: 114, 116). Llavors es necessita i es força a través de les

⁵⁴ No en va han estat definits com a nacionalismes duts fins al paroxisme, ja que combinen elements nacionalistes burgesos i mitologia, elements moderns i folklorisme romàntic, exaltats per una xenofòbia hipertrofiada. G. KOSSINA és un dels màxims exponents de la utilització del registre arqueològic per difondre una ideologia política.

institucions acadèmiques estatals una Arqueologia submissa, que generi el tipus de discurs simplista - nacionalista que interessa al govern per manipular l'opinió pública amb una demagògia convincent i fàcilment assimilable transmesa a través dels mitjans de comunicació de masses, evidentment, també controlats pel govern (Bogdanovic, 1998: 100). Una altra forma de manipulació del passat és, en relació amb la qüestió dels perills de la postguerra, presentar-se com a elit benefactora que reconstrueix els monuments del passat i realitzar-ho segons les pròpies conviccions (Chapman, 1998: 98). En el segon cas, llavors l'afirmació procedeix de la concepció de l'Arqueologia com a disciplina artística - classificatòria i, per tant, sense cap relació aparent amb les necessitats del present.

Tornant a la dimensió simbòlica del Patrimoni, de la mateixa manera que serveix per recolzar identitats i legitimar les reivindicacions associades a aquestes, també serveix per il·lustrar mites sobre el passat, en els quals es projecten els desigs i insatisfaccions sobre el present. La compartimentació dels processos històrics en diferents etapes o edats –el Bronze, el Ferro, Egipte, l'Antiguitat, l'Edat Mitjana...– pot haver estat útil en un determinat moment de la historiografia tradicional, però ha comportat la creença que aquelles eren altres societats, que no tenien res a veure amb la nostra, i això ha fomentat la construcció de mites que reflecteixen les concepcions sobre el present (Barceló, 1999). Per altra banda, es confon el Patrimoni i la Història, es creu que la visita d'un monument ens conduirà immediatament al passat, quan en realitat, el Patrimoni és el resultat de processos històrics però s'estudia a través de l'Arqueologia. Els mites provenen de la manca de vincle epistemològic entre les restes materials i la Història com a disciplina, perquè aquesta es planteja uns objectius que el registre arqueològic no pot aconseguir i, per tant, els buits de coneixement s'omplen amb interpretacions o projeccions cap al passat. Tals projeccions fluctuen entre dues visions principals, que podríem anomenar “evolucionista materialista” i “de les edats” o “del paradís perdut”. El primer cas es produeix en moments de gran creixement econòmic: llavors, el passat – i especialment la Prehistòria– es veuen com a èpoques en què la gent vivia malament perquè no gaudia de les comoditats actuals; però, per sort, l'evolució va portar la humanitat cap al moment actual, que es considera el final de la Història. En canvi, durant els períodes de malestar social, les percepcions es mouen cap a l'altre mite: el passat és aquella època en què els grups humans vivien en harmonia amb el medi i no existien les desigualtats; però, malauradament, per raons diverses, aquesta situació es va acabar i ara, a més de patir-ne les conseqüències, el nostre futur és incert. L'autor que ha analitzat més en profunditat aquesta qüestió és Wictor Stoczkowski (Stoczkowski, 1994).

Un exemple molt proper d'això o, més aviat, a mig camí entre l'ús polític i la concepció mítica del passat és l'ús del Patrimoni per recolzar una noció totalment artificial d'identitat europea comuna (Ashworth, 1995). Segons Gregory J. Ashworth, la concepció de l'Estat - nació al s. XIX es basava en la identificació entre un poble, un territori i un Patrimoni. I és aquesta mateixa equació decimonònica que s'empra actualment per consolidar la construcció de la unitat europea, que és difícil perquè els sentiments lligats als Estats tradicionals encara estan fortament arrelats (Ashworth, 1995: 69-70). Per això es cerquen projectes polítics unitaristes –per exemple, l'exposició a Barcelona sobre l'imperi cristià de Carles V– o evidències materials associables a una cultura transeuropea –els ibers, “prínceps d'occident”, o els camps d'urnes– que demostrin que en el passat hi havia més exemples de comunió que no pas de desacord i, per tant, que la idea d'Europa com a entitat global és antiga i natural. La

forma més eficaç per divulgar aquestes idees és aprofitar el moviment de masses generat pel turisme i convertir-lo en “cultural” perquè es creu que el fet de viatjar a d’altres països afavoreix el coneixement dels i les altres i això augmenta la tolerància i el sentiment de pertinença perquè sempre es descobreix que es tenen coses en comú (Ashworth, 1995: 77). Tanmateix, des del punt de vista dels interessos de l’Arqueologia el turisme és més aviat nociu, perquè es basa en criteris de rendibilitat econòmica i tendeix a presentar interpretacions superficials i folklòriques, adaptades per al consum de masses (Ashworth, 1995: 73, 78). A més, es fa molt difícil associar el Patrimoni amb un nacionalisme europeu perquè aquestes mateixes restes encara estan massa vinculades a les identitats Estatals i, el que és pitjor, als conflictes ètnics sorgits com a conseqüència dels processos de construcció dels Estats europeus al s. XIX (Ashworth, 1995: 79). Per tot això, la conclusió a què arriba aquest autor amb la seva anàlisi dels tres elements implicats en la construcció d’aquesta identitat europea –el Patrimoni, el turisme i la identitat política– és que realment no hi ha cap vincle legal, institucional o pràctic entre el Patrimoni i la idea d’Europa (Ashworth, 1995: 76). Europa no té símbols forts com la major part de països –malgrat que l’antagonisme amb els EUA pot ajudar en aquest sentit– i no n’hi pot haver perquè tampoc no hi ha un consens sobre què és la identitat europea i quin és el Patrimoni que la representa (Ashworth, 1995: 81).

Els models d’unitat anteriors no tenen res a veure amb la ideologia proposada actualment (Ashworth, 1995: 81) i per això cal trobar noves fórmules de construcció d’identitats. Al meu entendre, és un error tornar-se a basar en la concepció homogeneïtzadora del Patrimoni perquè Europa no té una herència comuna basada en unes mateixes característiques. Europa és i sempre ha estat diversa i, per això mateix enfrontada. Crec que, en lloc de posar èmfasi en unes semblances fictícies, precisament, cal remarcar el fet que som diferents i que aquestes diferències han engendrat conflictes. La Història demostra que cada vegada que s’ha intentat imposar una voluntat homogeneïtzadora, ja sigui a través de les armes o dels símbols, s’han acabat produint enfrontaments entre comunitats que se sentien diferents i pretenien seguir-ho essent. Qualsevol intent d’homogeneïtzació és fals i tendencios. Potser la comprensió d’aquesta realitat històrica essencial permetrà que no es tornin a repetir les guerres que han caracteritzat el passat europeu. Si el que ens uneix és la diferència, doncs benvinguda sigui, que serveixi de memòria per no tornar-hi mai més.

Davant de totes aquestes realitats, l’Arqueologia no ha de voler restar neutra i per això aturar-se en la pura descripció de les restes, sinó que, atès que és ella qui manté el contacte més estret amb les restes, s’ha d’implicar en la societat, proporcionant dos tipus de coneixement: en primer lloc, explicatiu, que mostri la continuïtat entre el passat i el present evidenciada per la materialitat (Barceló, 1998a: 114) i que permeti evitar la manipulació dels discursos; i, en segon lloc, coneixement metodològic, que serveixi com a eina d’(auto)crítica o de consciència sobre la realitat històrica actual. Aquest és el mateix tipus de funció que aconsegueixen altres branques de coneixement que, cadascuna a la seva manera, contribueixen a la societat, ja sigui a través de la producció d’instruments o de coneixements aplicables. Per exemple, quan un laboratori descobreix una nova proteïna, que després un altre emprarà amb finalitats mèdiques o farmacèutiques, la disciplina subjacent està implicada en la societat, construint el futur, de la mateixa manera que ho hauria d’estar l’Arqueologia. L’única diferència és que la primera estava dirigida a la salut física, i l’Arqueologia té a veure amb la salut social. En aquest sentit, l’Arqueologia compta amb mitjans molt poderosos per aconseguir aquesta funció, perquè el museu –entès en sentit ampli, incloent tots els tipus que

existeixen actualment– pot ser accessible a tots els tipus de públic, de totes les condicions socials i edats, i perquè presenta l'evidència directa, tangible, sota la forma d'objectes o de jaciments musealitzats. El problema és que aquesta institució encara arrossega les concepcions polítiques i epistemològiques tradicionals. Hi tornarem més endavant.

Un exemple d'aquesta demanda d'implicació social –i també de l'ús del Patrimoni “de baix a dalt” en comparació amb la concepció nacionalista - burgesa europea– es troba a la concepció llatinoamericana de l'Arqueologia. El procés sòcio - polític de formació de les nacions actuals a Europa i a Amèrica Llatina és molt diferent (Rivera Dorado, 1994): aquest continent està marcat per una discontinuïtat, per un trencament, ja que la superposició de la cultura hispànica es fa brutalment i no hi ha procés d'assimilació. Aquest fet es produeix arreu dels països sotmesos al colonialisme i, posteriorment, l'imperialisme europeu però, mentre que a la resta del Tercer Món, els indígenes recuperen les regnes del país després de la descolonització, a Amèrica Llatina la classe dominant occidentalitzada s'apropiarà del poder polític després de la revolució i marginarà novament els pobles indígenes, que són la veritable essència del país. En la recerca d'una nova identitat per al país, s'haurà d'apel·lar necessàriament a les arrels precolombines, però això es duu a terme reduint-les al folklore o el mercantilisme i prescindint de les ètnies que en descendeixen directament. La recuperació del seu passat es fa al marge d'aquests grups i passa a representar una realitat nacional en què ells no tenen cap participació.

Encara que Rivera Dorado fa una reivindicació menys explícita que Vargas i Sanoja perquè no interpel·la directament els arqueòlegs, exhortant-los a implicar-se des del punt de vista social, el seu text conté una clara crítica a la politització del Patrimoni, al seu ús per a interessos polítics egoistes (Rivera Dorado, 1994): si l'Arqueologia demostra la importància dels pobles precolombins –pel seu desenvolupament abans de la conquesta i la seva influència en el procés d'aculturació–, la situació sòcio - política actual s'hi ha d'adaptar. En funció del principi de continuïtat històrica, es demana coherència entre el passat i el present. L'acusació no pot ser més directa: s'utilitzen els elements indígenes per fer un discurs cohesionador, però les noves elits no tenen i no volen tenir res a veure amb ells. Són occidentalistes i el seu acostament a les ètnies tradicionals és simplement per utilitzar-los. Per tant, l'Arqueologia està recolzant les dictadures i no pas les aspiracions dels legítims habitants d'aquell territori: els han pres la terra, les construccions, el dret a governar-se i, finalment la tradició històrica, en la qual residia la base de la seva identitat cultural. En el fons, aquesta no deixa de ser una altra forma de “memoricidi”, encara que diferent del cas de Bòsnia perquè en aquest conflicte es va efectuar una destrucció sistemàtica conscient.

Prenent com a base aquesta situació, la proposta d'alguns autors/es (Barceló, 1998a: 116; Díaz-Andreu, 1998: 41; Vargas i Sanoja, 1990) n'esdevé la conseqüència lògica: davant la manipulació de les restes i el passat per part de les elits polítiques, reivindiquen el dret de les classes marginades a utilitzar també l'Arqueologia per evitar-la. Així doncs, l'estudi del Patrimoni no va dirigit a augmentar el coneixement científic sinó que es constitueix en arma social: si el Patrimoni és propietat del poble, les conseqüències (socials, econòmiques, ideològiques) que se'n desprenen no poden estar en contradicció amb les necessitats i demandes d'aquest. I, sobretot, ningú no pot aconseguir aquesta tasca en lloc seu, com havia succeït fins ara, en què l'Arqueologia en els països descolonitzats sempre estava en mans europees, de manera que es mantenia el

colonialisme a través d'una nova versió cultural (Díaz-Andreu, 1998: 41). Les societats indígenes han de construir la seva pròpia forma d'aproximació al passat perquè es tracta del seu passat, que constitueix la base de la seva identitat, i aquesta no es troba només en la narrativa acabada, sinó en tot el procés de descobriment i estudi de les restes. De totes maneres, cal tenir molt present una cosa que els arqueòlegs i les arqueòlogues oblidem sovint: l'Arqueologia és només la forma d'aproximació al passat pròpia de les societats occidentals i, fins i tot, en aquest context cultural, no té per què ser la única. Tal com també afirma Margarita Díaz-Andreu (Díaz-Andreu, 1998: 43), les nostres concepcions positivistes ens fan pensar que és universal i veritable⁵⁵, però hem de tenir molt present que existeixen altres formes de preservació de la memòria històrica, com per exemple, la tradició oral, que ja existia molt abans de l'aparició de la disciplina i que, aquesta sí, és característica de tota l'espècie humana. Però és que fins i tot la forma mateixa de construcció de la identitat pot produir-se per altres mecanismes, basats en concepcions diferents de la mort, el parentiu, el coneixement i, fins i tot, el temps i l'espai (Díaz-Andreu, 1998: 43-44). Quan el xoc entre ambdues formes d'aproximació al passat és inevitable, cal treballar per trobar conjuntament solucions que siguin respectuoses amb les necessitats de totes dues bandes.

Havent aclarit que és molt possible que la funció social de l'Arqueologia només sigui aplicable a les societats occidentals o occidentalitzades, tornem al debat sobre el vessant simbòlic del Patrimoni i, per extensió, de l'Arqueologia. Naturalment, es pot argumentar que ningú no construeix mites o no manipula els coneixements científics al mateix nivell que es fa amb el Patrimoni. La causa d'aquesta diferència és la concepció "antiquarista", descriptiva i després interpretativa que la disciplina ha arrossegat des dels seus orígens. La implicació de la societat no comporta necessàriament la subjectivitat (Barceló, 1999): en lloc d'interpretar el passat, l'Arqueologia ha de proposar explicacions científiques, és a dir, sobre la causalitat dels fenòmens actuals que, pel fet de ser epistemològicament correcta, no significa que no sigui revisable, com tot el coneixement científic. És molt possible que això atorgui una nova imatge social a l'Arqueologia, que acabi amb la idea que qualsevol persona es pot dedicar a fer aquesta feina: igual que en el cas de les Matemàtiques, la Química o l'Enginyeria, conté un nucli conceptual i metodològic bàsic que només és manipulable pels i per les especialistes. Però, després, els coneixements generats són propietat de cada societat, de la mateixa manera que ho són les vacunes o la fusió atòmica. Per tant, l'Arqueologia contribueix amb el seu vessant polític a analitzar i comprendre els fenòmens socials, polítics i econòmics actuals i per assolir-ho no ha de divulgar simples interpretacions sinó que ha de proporcionar també una valoració sobre la manera com s'hi ha arribat, és a dir, dotar les persones de les eines que els permeten a construir la seva concepció crítica del món. I això, com veurem més endavant, entra dins el vessant divulgatiu de l'Arqueologia.

I.2.3.3. Vessant econòmic

El vessant econòmic es refereix a la gestió del Patrimoni arqueològic i el paper que juga en el desenvolupament del sistema productiu d'una comunitat. És un altre àmbit en què actualment encara hi ha problemes, que repercuteixen negativament sobre la conservació de les restes, la imatge de la disciplina i la seva funció social. I les causes

⁵⁵ O objectiva, perquè treballa directament amb la materialitat.

provenen tant de les inconsistències epistemològiques internes –i, conseqüentment, la imatge social que es projecta– com de la legislació, que reforça aquesta concepció i dificulta la seva superació, amb la qual cosa l'Arqueologia no acaba de trobar el seu lloc en les relacions polítiques, econòmiques i socials actuals.

Malgrat que les lleis de Patrimoni intenten protegir-lo en qualsevol situació –i per aquest motiu estableixen catalogacions, competències, actuacions, etc.–, la realitat és que està essent constantment atacat perquè es considera que el Patrimoni fa nosa al progrés de la societat. La seva descoberta sempre és traumàtica per les molèsties que comporta, la qual cosa demostra que no hi ha consciència que el seu valor també pot ser econòmic, a més de polític i cultural. Actualment, només són veritablement rendibles els jaciments que gaudeixen de la màxima consideració legislativa a nivell nacional o internacional, com per exemple els declarats Patrimoni de la Humanitat. La llei fomenta una concepció històrico artística del Patrimoni que no afavoreix gens la seva conservació global. A aquest nivell, els únics jaciments que reben atenció són els més espectaculars des del punt de vista artístic i/o de les necessitats de construcció nacional de cada país, amb la qual cosa els esforços humans i econòmics només es concentren en aquests monuments i no queda res per a la resta de jaciments que poden aportar tanta o més informació que els primers. Al nivell “normal”, la necessitat de determinar i jerarquitzar els delictes i les penes corresponents fa que els objectes del registre siguin aïllats i considerats segons el seu valor monetari, criteri basat en la bellesa i/o la monumentalitat d'aquests (Querol, 1992). En aquest cas, la llei està fomentant una visió del Patrimoni que és, precisament, la causa del seu espoli, contra la qual lluita en altres apartats. Les excavacions d'urgència⁵⁶ també influeixen negativament en la percepció i conservació del Patrimoni. L'Arqueologia de salvament és l'únic tipus d'intervenció sobre el registre que es contempla a la llei, ja que és a través seu que es cataloguen les restes trobades i això ha tingut un efecte perjudicial per a la disciplina, perquè ha reduït el paper dels arqueòlegs a simples “rescatadors” d'objectes i d'informació que treballen de manera precipitada, sense objectius previs, sense definir una metodologia adequada...

Tot plegat ha contribuït a construir la concepció contradictòria que té la societat del Patrimoni. Aquest es considera important pel seu simbolisme, però alhora, com que també se li ha atorgat un valor monetari, es rebutja com a entitat material que forma part del medi perquè la creixent valoració de la informació que aporta fa que ja no es desenterrin simplement els objectes bonics sinó que tot jaciment s'hagi d'excavar acuradament i això endarrereix les obres d'infraestructura. Algunes d'aquestes concepcions s'han afegit darrerament, com per exemple la mercantilista, mentre que altres provenen de la ideologia nacionalista burgesa del s. XIX. Precisament, Felipe Criado (Criado, 1996) considera que el significat del Patrimoni ja no té a veure amb la identitat nacional, sinó que la concepció burgesa del “Patrimoni Històric” s'ha transformat en un “Patrimoni Cultural” mercantilitzat. La seva reflexió filosòfica és totalment contrària a la creença general que l'Arqueologia està en decadència. El que en realitat està en decadència són les velles concepcions “històrico - artístic - literàries - burgeses” del s. XIX. Aquest canvi és la causa que hi hagi problemes en la gestió del Patrimoni, però no es tracta d'una crisi de decadència exclusivament científica –com semblen pensar els investigadors des de finals dels anys 70– sinó de readaptació social, que ha portat a un trencament del consens entre els i les professionals de la gestió del

⁵⁶ La qüestió de l'oposició entre aquesta arqueologia de salvament i la programada ha estat debatuda a (Domínguez, Fernández *et al.*, 1994; Querol i Martínez Díaz, 1996).

Patrimoni. En aquest sentit, l'oposició entre investigació i gestió no seria més que una evidència del canvi de poders que s'està produint actualment, com a conseqüència del canvi d'actitud provocat per les noves concepcions sobre el Patrimoni: la Universitat està perdent la seva hegemonia en benefici de l'Administració pública i, per evitar-ho, només pot agafar-se al prestigi que li atorga la seva tradició. En el fons, aquests conflictes reflecteixen el procés de canvi d'una Arqueologia que busca bellesa reservada a una elit econòmica i cultural a una Arqueologia que estudia el Patrimoni i que, per consegüent, és per a tothom. En conclusió, el principal problema del Patrimoni és que és una entitat polièdrica: pot ser considerada des de múltiples punts de vista, que obren el camí per la intervenció de diferents institucions amb interessos diversos.

Així doncs, l'Administració es troba amb què cal conciliar la voluntat de protegir alhora l'objecte i la informació que conté. Per garantir aquesta doble protecció, la llei espanyola estableix que el primer a intervenir sobre el Patrimoni siguin els arqueòlegs i les arqueòlogues professionals. El gran problema per aplicar aquesta resolució no és tant que les diverses entitats relacionades amb el Patrimoni no hi estiguin d'acord com, novament, un problema bàsic de definicions i infraestructures. L'entrebanc prové de la imprecisió en la definició de la paraula "arqueòlegs", ja que no hi ha cap titulació universitària "d'Arqueologia" que garanteixi alhora els coneixements científics i el reconeixement legal de la capacitat per exercir-los⁵⁷. Com alguns/es professionals han criticat (Domínguez, Fernández *et al.*, 1994), s'exigeix des de les instàncies públiques l'existència d'un cos de professionals format, però no s'ofereixen les disponibilitats per a crear-los. La majoria d'arqueòlegs i arqueòlogues tenen molt clara la necessitat d'adaptar les seves condicions de treball davant el desenvolupament de la gestió del Patrimoni. El problema, segons ells i elles (Domínguez, Fernández *et al.*, 1994; Querol i Martínez Díaz, 1996), prové de la visió retrògrada que l'Administració té de la disciplina. Per això separa sistemàticament els/les professionals que s'ocupen de la gestió del Patrimoni i aquells/es que l'estudien, encara que tots dos grups tinguin obligatòriament una formació similar. La situació es complica quan canvia aquest darrer paràmetre, és a dir, que entren a competir arqueòlegs i arqueòlogues que no estan adscrits ni a la Universitat ni a l'Administració, sinó que són professionals lliures. Naturalment, aquests/es treballadors/es "liberals" es troben immersos/es en una xarxa de relacions complexes i acaben formant empreses per fixar de manera definitiva les relacions entre ells, amb els constructors, amb l'Administració i, en última instància, amb el Patrimoni.

Per resoldre els diversos conflictes generats al voltant del Patrimoni, crec que hauríem de prendre exemple del model britànic de difusió i conservació del patrimoni: han triat difusió com a forma de protecció, però no simplement proporcionant informacions, sinó fent participar la gent en el procés de recerca perquè d'aquesta manera s'hi involucren intel·lectualment i emocionalment. Val a dir que això és degut a les circumstàncies específiques del Regne Unit, que posseeix una llarga tradició d'Arqueologia aficionada (Schadla-Hall, 2002: 24), la qual comportava un perill real permanent de destrucció del registre arqueològic. Davant la impossibilitat d'eliminar aquestes activitats més o menys clandestines, es va optar per enquadrar-les dins el sistema professional, per exemple, convidant els nens i nenes a realitzar algunes tasques durant les excavacions, o bé realitzant prospeccions superficials amb els habitants de les

⁵⁷ En el fons, aquí hi ha implícit un problema fonamental que fa referència al significat mateix de la disciplina: amb la creació d'una titulació pròpia s'estaria suposant que l'Arqueologia i la Història són dues disciplines diferents, no només per una qüestió de fonts sinó que també tindrien objectius diferents.

comunitats rurals, o bé demanant a les persones que descobreixen material arqueològic a la seva propietat que realitzin les tasques de documentació arqueològica i enviïn un informe a l'Administració. Malgrat la sensació d'amenaça que això pot generar, crec que és una solució viable perquè és més senzilla i més barata que els mitjans de protecció habituals i, a més, ajuda en el procés real de recerca. De totes maneres, això ha estat possible al Regne Unit; no sé si al nostre país hi ha les condicions socials i polítiques i, sobretot, ideològiques, perquè es pogués aplicar aquest recurs.

Tornant a les consideracions econòmiques, l'Administració ha creat lleis excessivament ambicioses i ha confiat massa en la lliure regulació del sistema –per exemple, l'obligació de finançar les excavacions no garanteix necessàriament una actitud comprensiva i favorable– i no s'adona que l'Arqueologia i el Patrimoni són els únics que no surten beneficiats de la suma algebraica entre els interessos de totes les institucions i persones involucrades. Això és degut al fet que només es considera el Patrimoni pel seu valor artístic - monetari i, la majoria de les vegades, no és ni molt menys rentable des d'aquest punt de vista: el seu valor és sobretot científic i, atès que els/les propis/pròpies professionals no li saben donar una sortida social evident, només el poden apreciar, ara com ara, ells i elles mateixos/es. Però, malauradament, els primers en enfrontar-se al Patrimoni són les empreses constructores, que tenen uns interessos ben diferents. Per aquest motiu diversos autors i autores (Criado, 1996; Domínguez, Fernández *et al.*, 1994; Querol, 1992) consideren que les institucions i, sobretot els/les professionals de l'Arqueologia, han de fer pressió per defensar els seus interessos ja que ningú no ho farà en lloc seu.

I, tanmateix, diversos casos demostren que l'Arqueologia no només no és una nosa des del punt de vista econòmic, sinó que pot generar, de manera molt simple, la riquesa necessària per autofinançar-se i, fins i tot, crear un petit excedent que es pot reinvertir en altres sectors econòmics⁵⁸. El *Jorvik Viking Centre* de York, al Regne Unit, és l'exemple vivent de com un projecte, si està ben fet i funciona, pot exportar-se a d'altres indrets i crear petits motors econòmics. El principal problema és que ha generat moltes crítiques perquè s'apropa més al parc temàtic que no pas al tradicional museu presentador d'objectes i es considera que la “disneyficació” del Patrimoni desvirtua el seu veritable valor (Schouten, 1995: 29). Però una mirada menys superficial evidencia, com veurem a l'apartat següent, que les seves característiques tenen al darrera una decisió meditada i recolzada ja sigui per les dades científiques com pels estudis de públic (Addyman, 1994). La *Butser Ancient Farm* (Reynolds, 1988), situada prop de *Petersfield*, a *Hampshire*, completa aquesta visió demostrant que es pot superar la simple fórmula inversió - beneficis i formar un centre que aporti beneficis permanents, amb una expansió autosostinguda que repercuteix en la dinamització econòmica d'un territori determinat. Un exemple més recent d'això mateix és el jaciment musealitzat d'Ename (Callebaut, 2002), a Oudenaarde (Bèlgica), que mostra de quina manera la difusió del Patrimoni pot actuar com a motor de dinamització econòmica d'una petita localitat rural. Els elements clau són el turisme cultural i l'actuació des de l'esfera local i no pas estatal.

⁵⁸ Això no obstant, la integració de l'Arqueologia en el món dels negocis també comporta els seus riscos, per exemple, el de caure en el desig de fer diner ràpid en detriment del treball. En aquest cas, no repercuteix únicament en els treballadors –com passa en les situacions convencionals– sinó que també es perjudica l'objecte de treball, que és finalitat en sí mateix. L'exemple més evident, novament, és el de l'Arqueologia de salvament, que ha quedat pràcticament en mans de les empreses arqueològiques privades.

Això és possible gràcies al desenvolupament, durant la segona meitat del s. XX, dels sectors de l'oci i del turisme i, més concretament del turisme cultural, que han aportat una nova dimensió al Patrimoni, malgrat que no són els únics que hi ha influït, l'educació, entre d'altres, també ha jugat un paper fonamental (Ashworth, 1995; Herbert, 1995). Perquè es combinen aquests elements? En primer lloc perquè el Patrimoni passa de ser un objecte de gaudi de la classe privilegiada a convertir-se en demanda d'una base de població més gran; pel que fa al turisme, no és únicament una activitat econòmica, sinó que també implica la ideologia i la cultura en general (Herbert, 1995: 1). L'oci és una activitat condicionada per la situació familiar i l'accessibilitat física o econòmica, que implica entreteniment, relaxament i implicació social i emocional, i està esdevenint tant important que està desplaçant el treball com a element principal d'organització socio - econòmica (Herbert, 1995: 3). El turisme es pot considerar una forma més específica d'oci, que inclou excursions o viatges fora del lloc habitual de residència (Herbert, 1995: 5). En realitat, el turisme ja existia des del s. XIX, però no és fins a la segona meitat del s. XX que es desenvolupa com a fenomen a gran escala i això obliga a desenvolupar infraestructures per garantir els serveis davant la massificació. Es poden distingir dues menes de turisme, que depenen de la classe social i el nivell educatiu, i es distingeixen pel fet que tots dos cerquen atraccions però són de tipus diferent (Herbert, 1995: 7). El problema és que per atraure aquests públics potencials, el sector s'ha convertit en un constructor d'imatges, és a dir, que proporciona activitats sovint artificials però que corresponen amb allò que demanen els consumidors i consumidores (Herbert, 1995: 8): experiències completes, visuals⁵⁹, que els transportin a un passat mitificat (Schouten, 1995: 21, 27). El Patrimoni s'ha convertit fàcilment en part d'aquestes atraccions perquè, com que la majoria de les vegades ja ha deixat d'acomplir la seva funció original, es pot manipular fàcilment per adaptar-lo als missatges que es volen transmetre. A més, aquesta situació no és completament aliena a la recerca, malgrat les queixes les institucions acadèmiques o de gestió (Herbert, 1995: 9): atès que el Patrimoni és pura interpretació, tot s'hi val, no passa res si ens inventem coses si serveixen per proporcionar l'experiència que el públic demana (Schouten, 1995: 26).

La definició tradicional de Patrimoni posava l'èmfasi en la seva preservació, però les demandes actuals han portat una transformació prou important. Per començar, el Patrimoni es mercantilitza, de manera que augmenta el nombre de coses que integren aquest concepte (Herbert, 1995: 9): per exemple, inclou tant el natural com el cultural, d'aquí l'aparició de l'ecomuseu. Per altra banda, com que cal arribar a un públic més divers, s'han de posar en funcionament noves formes de comunicació. Però, habitualment, això també va acompanyat, com deia al principi, de seleccions i interpretacions que distorsionen el jaciment o l'objecte i, sovint, perjudiquen la comunitat local perquè altera la seva forma de vida o, simplement, la seva identitat cultural (Herbert, 1995: 11). Però, per altra banda, el turisme proporciona una font de finançament que redunda en benefici de la conservació del Patrimoni i pot proporcionar llocs de treball en zones més pobres o empobrides com a conseqüència dels canvis en la base econòmica regional o estatal (Herbert, 1995: 11)

⁵⁹ Per influència de la televisió com a principal factor educatiu, en detriment dels llibres. I per això les reconstruccions virtuals estan tenint un èxit tan espectacular, que dificulta la modificació de les concepcions proposades per aquest projecte de recerca i altres autors, com ara Joan Anton Barceló o Sorin Hermon.

El debat subjacent a totes aquestes pràctiques és com conciliar les demandes científiques o de conservació i les del capitalisme perquè en bona part es troben oposades tant pel que fa a l'objectiu com pel que fa al mètode. En realitat, la problemàtica actual és l'expressió del conflicte entre les velles i les noves concepcions sobre l'explotació del Patrimoni, la primera elitista, esteticista, centrada en la preservació i una concepció purista de la Història, la segona, més encarada a la difusió, a l'actualització dels usos, l'explotació i la conservació (Herbert, 1995: 11). Probablement, part de la solució es troba en eliminar la distinció tradicional, simplista i implícitament pejorativa, entre Arqueologia "acadèmica" i "de gestió" i intentar sistematitzar tots els vessants de l'Arqueologia. Per exemple, Felipe Criado (Criado, 1996) distingeix quatre categories: l'acadèmica, la divulgativa, la pública i la comercial. Valdria la pena preguntar-se si la distinció entre aquests sectors no portaria, precisament, una major separació disciplinària però, en tot cas, és interessant de veure que associa l'Arqueologia "pública" i la "comercial", quan tradicionalment s'ha considerat que no podien anar juntes. Aquest acostament significa que l'Arqueologia i el Patrimoni poden estar de cara al públic i generar benefici, per exemple en relació amb el turisme, com proposa Henry Cleere (Cleere, 1991).

I això, per què? Felipe Criado ho justifica de la següent manera (Criado, 1996): els objectes del registre arqueològic tenen una dimensió simbòlica i, atès que tant els objectes com les idees són manipulables, se'ls pot donar un sentit actual, recontextualitzar-los. Aquesta idea té unes implicacions que la majoria d'arqueòlegs i arqueòlogues rebutgen per "poc científica" o els fa vergonya acceptar, en canvi l'autor pensa que no cal tenir pudors inútils, acceptar la realitat tal com és i aprofitar-la en benefici propi, és a dir, per afavorir el Patrimoni. Això el porta a ser el primer acadèmic que reconeix explícitament que l'Arqueologia pot ser econòmicament rentable. Perquè si l'Arqueologia no està amb el seu temps –i ara, a finals del s. XX, aquest li exigeix que generi beneficis econòmics, a més d' "espirituals"– es seguiran arrossegant els problemes d'aïllament, de manca de finançament i de poc reconeixement social de què tant es queixen els i les professionals de l'Arqueologia, quan són ells mateixos els qui els provoquen.

Atès que el Patrimoni és un bé comú i que l'Estat, que és l'encarregat d'administrar-los, és el punt de contacte entre els diferents col·lectius relacionats amb el Patrimoni, recau sobre ell la responsabilitat d'organitzar les activitats relacionades amb les restes arqueològiques de manera òptima, mitjançant una legislació i un sistema d'aplicació àgil i eficaç. Però, a diferència del que han publicat alguns autors i autores anteriors, crec, com Felipe Criado (Criado, 1996), que la solució als problemes socio - econòmics de l'Arqueologia no és responsabilitat exclusiva de l'Administració, sinó que primer cal que l'Arqueologia arregli els seus problemes interns, començant per la base epistemològica, i això li permetrà adequar-se a les exigències del context històric actual. Alguns autors es mostren especialment crítics amb la Universitat per dos motius. El primer, perquè constitueix l'estructura més reaccionària, ja que veu com l'Arqueologia comença a sortir del seu enclaustrament acadèmic i esdevé un fenomen de masses, mercantilitzat (Kristiansen, 1996). En segon lloc, perquè es troba a la base de la "cadena interpretativa": per això que cal que es produeixi primer una conversió filosòfica en les seves files, que es transmeti després a la resta de la societat a través de les quatre categories de l'Arqueologia funcionant de manera coordinada (Criado, 1996).

La visió que ofereix Felipe Criado no deixa de ser atrevida i revolucionària: no només critica les institucions científiques més sagrades, sinó que proposa una reconversió total de l'Arqueologia, en virtut del fet que aquesta està immersa en el seu temps i que ha d'adaptar-se als canvis de significat que aquest li imposa. Aquesta nova visió sembla provocar un canvi en la posició de la investigació: ara té un paper secundari, no només per les causes ja esmentades sinó perquè la legislació estableix la conservació del Patrimoni com a obligació primera. Per tant, com a cosa pública, són les entitats administratives les que gestionaran el Patrimoni; aquest deixarà de ser un monopoli dels científics, que ja no podran imposar-se als nous imperatius econòmics i socials establerts de comú acord pels ciutadans. Queda clar que, des d'aquesta perspectiva, el reconeixement social de l'Arqueologia és una espasa de doble tallant: d'una banda, és beneficiós sortir de l'aïllament i integrar-se a la societat; però de l'altra, aquesta integració té el seu preu, i és que el registre arqueològic esdevindrà patrimoni públic i, per consegüent, aquest modificarà el seu significat i s'encarregarà de la seva gestió.

Tanmateix, crec que el procés real hauria de ser una mica diferent. La consideració de l'Arqueologia com a disciplina social no implica el rebuig de la investigació, sinó una transformació del seu paper. Qualsevol adaptació pràctica ha de passar necessàriament per una reformulació teòrica que li faci de coixí. Però aquesta revisió no significa simplement un nou canvi en el paradigma científic –d'això se n'ha fet a bastament des dels anys 50– sinó que ha de ser una transformació integral en coherència amb el plantejament totalment nou que s'està començant a fer de la disciplina. Només així l'Arqueologia podrà subsistir en el context actual, responnent correctament a les demandes que aquest li fa. I això representa abandonar el paper tradicional de disciplina acumuladora de coneixements sobre el passat i convertir-se en una eina de solució de problemàtiques sobre la materialitat present –Criado ho presenta amb altres paraules, referint-se a la consideració de la disciplina com a tècnica (Criado, 1996)–, la qual cosa equival a la “gestió d'uns determinats recursos culturals, que constitueixen el Patrimoni” (Criado, 1996) i que s'interrelacionen de manera molt directa amb les mentalitats del present. Tanmateix, cal ser molt conscient, tal com es desprèn de la comparació entre la legislació i la realitat, que de les declaracions de principis a la plasmació real hi ha un gran abisme. Per això, tal com també acaba recalçant Felipe Criado (Criado, 1996), cal incloure la difusió com a engranatge indispensable dins i entre les quatre arqueologies esmentades.

I.2.3.4. Vessant divulgatiu

L'altre vessant de la funció social de l'Arqueologia o, en general, de les disciplines històriques és el didàctic, que es pot desenvolupar tant en els entorns educatius formals com informals. Com ja he esmentat anteriorment, aquesta funció es deriva del fet que la disciplina té com a objecte d'estudi un seguit d'objectes que formen part del Patrimoni Cultural, Històric o Arqueològic –depenent de la definició que en fa cada país – i, consegüentment, totes les activitats que duu a terme han d'estar dirigides, en última instància, a la legítima propietària d'aquests objectes, és a dir, a la societat. D'aquest fet es desprèn que no seria legal que un col·lectiu reduït es reservés el coneixement i els beneficis que se'n desprenen. D'altra banda, el Patrimoni no pot acomplir la funció social que se li assigna si no es posa a disposició de la societat: la divulgació és l'encarregada d'establir el pont entre un i altra. I això encara comporta una altre

avantatge i és que reverteix en benefici de la conservació del Patrimoni perquè, com diu M. A. Querol, el sistema de protecció més eficaç del Patrimoni arqueològic és l'educació (Querol i Martínez Díaz, 1996). Així doncs, des d'un punt de vista general, el coneixement arqueològic té tres funcions bàsiques (Criado, 2001: 133):

- **Funció deconstructiva:** permet conèixer-nos a través de la manera com pensem el passat; és una eina d'autocrítica.
- **Funció reconstructiva:** proporciona les eines necessàries per percebre i comprendre els processos diacrònics que han portat a l'estat actual de la nostra societat.
- **Funció constructiva:** proposa tècniques per organitzar, protegir, conservar i dotar de significat el Patrimoni, de manera que es poden resoldre els conflictes entre el present i les restes del passat.

Deixant de banda aquesta darrera funció conservativa, l'aprenentatge d'aquest àmbit del coneixement està orientat fonamentalment a dos objectius: d'una banda, la integració d'una ideologia política - social o un sentiment d'identitat en relació amb una determinada comunitat; de l'altra, l'adquisició d'actituds o habilitats generals que permetin una anàlisi i comprensió crítica del món i portin a actuar-hi amb judici i responsabilitat. Aquesta és una forma més elaborada del tòpic que "estudiem el passat per entendre el present i construir el futur" ja que el s. XX ens ha donat prou mostres que l'oblit del passat porta a repetir els mateixos errors històrics. La majoria d'autors/es que s'han ocupat d'aquest tema, ja siguin europeus/es o llatinoamericans/es, coincideixen en afirmar –des d'una perspectiva utilitarista– que l'estudi de la Història només té sentit si es concep amb l'objectiu de contrastar en el passat les problemàtiques plantejades sobre el present.

Però, malauradament, la majoria es queden en el nivell de les reflexions teòriques, fins i tot en les seves propostes, consells o demandes a la disciplina. Només, per exemple, Henry Cleere (Cleere, 1991) o Tim Schadla-Hall (Schadla-Hall, 2002), es pregunten quin és el paper del públic en tot plegat perquè, de la manera que s'ha plantejat habitualment, recorda el vell "tot pel poble però sense el poble". Si els/les professionals de l'Arqueologia han d'establir un discurs històric que eviti les manipulacions o ajudi a la consolidació de la identitat del poble, cal que aquest arribi als seus diversos destinataris i destinatàries, si no, el Patrimoni només es manifesta en la seva dimensió científica i beneficia exclusivament la comunitat universitària, quedant sense efecte la seva funció com a arma social. I ha d'arribar a la societat no només com a conjunt de fets sobre el passat, perquè aquests són manipulables, sinó que també s'han de proporcionar les eines per comprendre com s'han generat aquestes interpretacions per dotar la gent d'autonomia a l'hora de pensar el seu passat i, per tant, el seu present.

Per això estic totalment en desacord amb Frans Schouten (Schouten, 1995: 21), que podríem considerar representatiu d'una determinada concepció actual sobre el Patrimoni. La idea que es pot desprendre de la seva reflexió sobre el Patrimoni com a realitat històrica és que, com que aquest i la Història són interpretacions i normalment estan esbiaixades, cal treballar per substituir aquestes imatges per unes altres imatges més "objectives" –explicar els fets tal com els coneixem (Schouten, 1995: 30)– però que facin servir la forma de comunicació a què el públic està acostumat perquè, si no, no

funciona. Malgrat que aquesta necessitat d'adaptar les formes tradicionals de comunicació de l'Arqueologia és certa, malament anem si la Ciència s'ha d'adaptar als mites populars. No es tracta de falsejar el coneixement perquè això és el que la gent espera. Ni tampoc no es pot canviar una imatge –mitificada– per una altra –inventada i justificada per arguments de caire comunicatiu– perquè, seguint el seu propi raonament, totes dues són igualment esbiaixades i, per tant, quina és més vàlida? En comptes d'això, es tracta de proporcionar, com també opinen altres autors (Santacana i Serrat, 2005: 82), la metodologia que li permeti comprendre d'on han sortit aquelles interpretacions i discriminar, perquè, a més de ser més honorat –altrament, estem manipulant la gent, com vèiem en parlar del “Vessant polític”–, involucra tots els sentits –a través de l'experimentació o els “hands-on”– i això satisfà les demandes comunicatives del públic que el propi autor invocava. El problema és que, sobretot a Europa, es forma els arqueòlegs i arqueòlogues només per realitzar una tasca científica. Encara que s'adonin de quin és el seu paper real i tinguin molt bones intencions, no estan preparats/ades per integrar la dimensió política, legislativa, social, etc. del Patrimoni i, en part per aquest motiu, en part també perquè creuen protegir la seva professió (Schadla-Hall, 2002: 20), no esmercen més temps a garantir la correcta difusió del Patrimoni.

El punt de vista presentat en aquest treball de recerca s'emmarca dins les concepcions actuals de l'ensenyament, que es basen en un model psicopedagògic de tipus constructivista. Comparteixo la idea propugnada per diferents autors i autores (Asensio, 1993; Asensio, Carretero *et al.*, 1986; Bardavio i González Marcén, 2003; Junco, 2002; Pozo, 2002; Pozo, Asensio *et al.*, 1989; Trepal i Alcoberro, 1994) que les característiques específiques de les disciplines històriques –pluridisciplinarietat; ús de la cultura material; domini del temps històric i la causalitat múltiple; relativisme cognitiu; etc.– les fan ideals per adquirir continguts procedimentals, factuais i actitudinals que contribueixen a desenvolupar un tipus de raonament –el pensament formal– que, en aquest cas concret, permet analitzar i jutjar objectivament el medi cultural humà, és a dir, en relació amb uns determinats criteris o objectius.

És important remarcar que aquesta concepció de les disciplines històriques no les orienta cap el passat sinó cap el present: el seu objectiu últim no és adquirir informacions sobre el passat, sinó que aquestes i tot el corpus teòric - metodològic destinat a obtenir-les serveixen de vehicle per comprendre el propi horitzó vital i actuar-hi. Així doncs, en el cas de l'entorn formal d'aprenentatge, l'assignatura d'Història no s'acaba amb la memorització d'uns fets sinó que consisteix en la “reproducció” adaptada al nivell cognitiu de la persona o el col·lectiu del procés construcció d'aquest coneixement. I això significa que, d'alguna manera, està simulant l'estructura bàsica del procés de recerca científica que, com he exposat en el capítol anterior, també té com a finalitat la comprensió del present i no pas la descripció del passat. Per a què serveix això? Doncs perquè siguem capaços/ces de mirar el món amb ulls crítics, comprendre d'on han sortit les realitats que avui dia se'ns presenten com a naturals o se'ns volen imposar i actuar d'acord amb els nostres principis. Per exemple, permet als estrangers comprendre el per què de les reivindicacions catalanistes –en el marc d'un estat que neix a partir de la unió de regnes relativament independents fins el S. XVIII i en què es vol imposar el model castellà–; o bé la inexactitud de les reclamacions jueves sobre el territori palestí; o bé també ser conscient del reduccionisme individualista i neoliberalista amagat darrera l'aparent llibertat del relativisme, l'èmfasi en la pura informació, el materialisme i el neopositivisme, i el fet que les disciplines de

coneixement poden contribuir a reforçar aquesta concepció reaccionària (Criado, 2001: 128-130).

L'aspecte metodològic que propugna el constructivisme es fa més visible en el cas de l'Arqueologia perquè posseeix un component aplicatiu molt marcat. Com ja he esmentat anteriorment, l'Arqueologia té la cultura material com a font principal de coneixement perquè parteix de la premissa que aquests objectes són portadors d'informació –per ells mateixos i a través de la relació amb altres objectes– del context històric original perquè hi han estat creats, utilitzats i rebutjats en funció d'unes necessitats concretes, que determinen la seva forma, funció i ubicació. Així doncs, la cultura material es converteix en una font de coneixement anàloga als documents escrits que utilitza la Història però amb unes diferències essencials que, segons Ángela García Blanco (García Blanco, 1988: 8-10; 1999: 20-21), són: l'objectivitat –en el context de producció i ús–; la unicitat de la informació continguda en cada objecte; i la universalitat diacrònica i sincrònica, tant horitzontal –en l'espai– com vertical –dins una mateixa societat. En realitat, la cultura material no està formada per elements independents sinó per contextos, és a dir, per conjunts d'objectes de diferent naturalesa, connectats formant xarxes estructurades, la descripció de les quals constitueix el primer nivell d'aproximació a l'explicació històrica. Un cop destriats els processos postdeposicionals naturals, estem en disposició de començar a inferir les relacions socials, polítiques, econòmiques i culturals que van provocar els patrons que observem al registre arqueològic, el qual és una entitat significativa en el “paisatge cultural i social” del nostre present.

Aquesta anàlisi es centra en els atributs físics dels objectes arqueològics, com ara la forma, la mida, la decoració, la ubicació espacial, a partir dels quals es realitzen inferències sobre les organitzacions socials. Per tant, l'Arqueologia ajuda a comprendre el món des d'una perspectiva materialista, empírica, a connectar les observacions sobre les evidències físiques actuals amb els processos dinàmics que les han generades i ho fa amb l'ajut de diverses metodologies compartides amb altres disciplines científiques que també s'ensenyen en el marc educatiu escolar i que aquí troben una aplicació pràctica i integrada. En aquest sentit, l'Arqueologia permet treballar els següents conceptes i habilitats:

- Matemàtics: escales, mètrica, sistemes de coordenades.
- Lingüístics: descripcions, classificacions, interpretacions.
- Artístics: dibuix, reconstrucció, restauració.
- Motrius: excavació.
- Socials: treball en equip.

Totes aquestes activitats també redunden en benefici dels objectius purament escolars i, per aquest motiu, diversos/es autors/es insisteixen en el fet que l'Arqueologia és una de les millors matèries per ensenyar en l'àmbit educatiu formal (Boj, 2001: 20; Schadla-Hall, 2002: 21): el seu gran avantatge pedagògic és la riquesa de procediments i la motivació intrínseca. Però crec –i insisteixo novament en la qüestió– que el més important és l'adquisició de les capacitats per interpretar el medi cultural a partir de les

diferents evidències visuals - materials, i una de les millors formes per aconseguir-ho és a través de l'anomenada "Arqueologia de l'entorn proper" (Bardavio i González Marcén, 2003: 23-25; Gozalbes, 1995), una metodologia pedagògica manllevada a l'ensenyament de la Geografia a França i, posteriorment, a les pràctiques patrimonials anglo-saxones, que té com a objectiu l'estudi de l'entorn més immediat de l'alumne/a i que, segons han demostrat les diferents experiències dutes a terme fins ara, augmenta l'interès pels continguts, potencia de forma directa els mètodes actius d'ensenyament, facilita el treball en equip, apropa els/les alumnes a allò concret i proper, fomenta l'oci cultural, l'observació crítica de l'entorn i el respecte al Patrimoni cultural (Gozalbes, 1995: 250). Tot i que, seguint les teories evolutives de Jean Piaget, pel seu caràcter concret i proper, s'ha emprat sobretot en l'Ensenyament Primari, també és molt adequada per a nivells superiors perquè, tal com veurem quan parlem dels "Models psicopedagògics de l'ensenyament - aprenentatge de les disciplines històriques", permet adoptar la recerca com a eix didàctic i, d'aquesta manera, desenvolupar el pensament formal de l'alumnat.

L'Arqueologia també es difon en els entorns informals d'aprenentatge i, més concretament en els museus, que constitueixen una de les instàncies principals de contacte entre la professió i el públic general (Schadla-Hall, 2002: 22). I això, per diverses raons: en primer lloc, perquè, la majoria de vegades, la presència de l'Arqueologia en el currículum escolar acostuma a ser molt minsa (Schadla-Hall, 2002: 21) i sempre està limitada per les exigències d'un entorn rígidament estructurat i planificat, com és el formal (Schadla-Hall, 2002: 22); en segon lloc, perquè les exposicions atrauen públic escolar però també públic adult; i, en tercer lloc, perquè aquest contacte es produeix de manera continuada, cada vegada que es crea una nova exposició temporal o se'n renova una de permanent, s'actualitzen els coneixements transmesos al públic, d'acord amb les concepcions o novetats de cada moment. També hi ha una altra forma de difusió convencional, la publicació, però és molt menys atractiva perquè conté un conjunt de característiques que la fan poc adequada segons les exigències de la societat actual: en primer lloc, és una activitat que es realitza en solitari; també demana un gran nivell de concentració i una inversió important de temps; el més normal és que es tracti de publicacions feixugues, destinades a especialistes, amb molt de text descriptiu i poques dades interessants. Naturalment, per tot això, la gent prefereix destinar el seu temps a altres activitats, menys associades a l'entorn escolar.

És més, l'anàlisi de les concepcions que té el públic no especialista sobre la Història i, especialment, sobre la Prehistòria demostra que, a través de l'educació formal i l'ús quotidià del sentit comú –o, en paraules de Stoczkowski, el "saber innocent" (Stoczkowski, 1994)– la gent adquireix una sèrie d'idees mítiques que cal corregir. Un dels principals culpables és el llibre de text o el manual (Kristiansen, 1996). En aquest punt s'aixeca un debat interessant que integra, no només l'Arqueologia, sinó també la Pedagogia i la Psicologia. Aquest debat fa referència al tipus de coneixement que cal donar al públic (o a cada públic): és millor donar poques idees però ben clares, normalment relacionades amb "com era" el passat, o bé mostrar la veritable complexitat epistemològica de la disciplina, és a dir, incloent en les explicacions el "com ho sabem"? La primera opció –triada pels manuals– és la millor manera de vendre mites que, en el fons, mai no seran eliminats definitivament si la persona no s'especialitza en Arqueologia; la segona és èticament molt lloable però, si no es fa adequadament, pot provocar en el públic un caos de coneixements que només contribueix a embolicar-lo més, perquè no té ni temps ni (probablement) ganes de dedicar-se a treure'n l'entrellat.

Crec que, per tot el que he exposat fins ara, l'Arqueologia té l'obligació d'explicitar el seu vessant metodològic –i no pas, com s'acostuma a afirmar, el relativisme de les seves interpretacions– perquè en això es basa la seva funció social. Així doncs, la solució es troba en una nova concepció interactiva de museu, que és alhora divertit i educatiu, que proporciona una combinació coherent de dades i metodologia i que permet invertir un dia de festa per anar “a fora” (de la ciutat i l'estrès quotidià) amb tota la família.

Aquesta és la idea que va guiar la concepció de la *Butser Ancient Farm* (Reynolds, 1988), a la qual ja m'he referit en l'apartat anterior. En el moment de la seva creació, als anys 70, aquest projecte va ser molt innovador perquè reunia temporalment i espacialment difusió i recerca. El públic podia veure en viu, sense reconstruccions, el procés de recerca mentre s'estava produint i la seva reacció s'hi integrava en aquell mateix moment. Per tant, l'*Ancient Farm* era un projecte format per tres àmbits principals: un d'investigació / experimentació, un de difusió –que era intrínsec, anava lligat al projecte mateix encara que a posteriori es seguissin altres formes més convencionals–, i un que permetia la relació amb altres investigadors i projectes que es poden incorporar a la problemàtica principal. Vist així, aquesta seria la forma ideal de relació entre la societat i el Patrimoni, una forma que contempla alhora tots els àmbits de la seva realitat. A més, es tractava d'un projecte veritablement obert, és a dir, interactiu a tots els nivells: tant amb el medi natural, com amb el públic i amb els altres membres de la comunitat científica. I això perquè Peter Reynolds era un dels molts arqueòlegs que consideren que l'Arqueologia no serveix només per a adquirir coneixements sobre el passat sinó que aquests coneixements han d'estar orientats a la resolució de problemes sobre el present, en els quals el públic també pot tenir alguna cosa a dir. En el cas de l'*Ancient Farm*, per exemple, l'estudi de les tècniques agrícoles del passat podia ajudar a resoldre problemes ben greus com és el del rendiment del sòl a Europa o, sobretot, al Tercer Món.

Un exemple proper a l'anterior és el de l'*Archaeological Resource Centre* (ARC) de York. En aquest cas, el contacte amb la recerca no es produeix a l'aire lliure i a través de projectes experimentals, sinó al laboratori, a través de la manipulació i anàlisi de material arqueològic i també –una cosa poc habitual– l'observació dels i les especialistes mentre duen a terme la seva feina. L'enfocament pedagògic de l'ARC entronca clarament amb les concepcions constructivistes de l'aprenentatge i, més concretament, la seva adaptació a l'entorn informal sota la forma de “*hands-on*”. Però, a més d'aquesta funció estrictament cognitiva, també posseeix una funció epistemològica o social perquè ajuda a comprendre de manera directa els processos de construcció de coneixement: a partir de l'anàlisi del registre material es realitzen inferències sobre les societats del passat (Schadla-Hall, 2002: 24). Precisament, i en relació amb la por del col·lectiu professional a obrir la disciplina al públic general, durant una visita a aquest centre el 2003, vaig preguntar quina era l'actitud del públic que hi assistia: la resposta de la guia va ser que la gent confessava que, ara que havia tingut la oportunitat de veure de prop, de comprendre una mica com funcionava la recerca arqueològica, s'adonaven realment de la seva dificultat.

Un altre cas paradigmàtic de presentació museològica de l'Arqueologia és el *Jorvik Viking Center* de York. P.V. Addyman (Addyman, 1994) comparteix amb l'autor anterior la visió sobre què es un museu i per a què serveix. En tot cas, té molt clar que cal evitar la tendència a pensar que és una simple exposició d'objectes buida de missatge. Aquesta és una falsa imatge perquè, com ja hem vist sobrerament, es pot jugar

amb la simbologia dels objectes per obtenir un o altre discurs. Tot i amb això, el *Jorvik Viking Center* de York representa tota una altra concepció de la museologia perquè, com ja anunciava abans, les circumstàncies que van originar la seva creació eren ben diferents a les de l'ecomuseu agrícola. En el cas de *Jorvik*, la seva concepció també va estar determinada per les necessitats del públic: com que la difusió és una activitat difícil i que comporta moltes responsabilitats, els investigadors no van esperar a veure la reacció dels visitants –com van fer els anteriors– sinó que van anar a cercar el públic, van estudiar la seva diversitat d'exigències i de necessitats, i van crear un museu que incidís en els punts més importants. D'aquesta manera es van adonar que el públic té realment un interès pel Patrimoni, sobretot per aquell que li és proper, ja que en realitat va ser la seva pressió durant les excavacions del subsòl de York qui van motivar la creació del museu. També es va fer un estudi sobre quins eren els coneixements de la gent sobre el seu passat. Aquest va ser l'impuls definitiu per a la realització d'una exposició permanent que contribuís al coneixement del passat viking de la ciutat.

La concepció subjacent a aquest museu és totalment oposada a la dels anteriors, potser perquè també ho és la seva concepció de la utilitat de l'Arqueologia: els creadors del *Jorvik Viking Center* creien que, seguint les demandes d'adquisició d'informació actuals (Schouten, 1995: 28-29), una vivència completa val més que mil paraules i que cent imatges; pensaven que en una exposició convencional o més “ecològica” el públic no entendria el que li estaven mostrant perquè té pocs coneixements i, a més, es fa difícil de conceptualitzar allò que no pertany als esquemes de la pròpia cultura. En l'*Ancient Farm* això no era necessari perquè no hi ha mites ni sobre el Neolític ni sobre la metodologia arqueològica per aquesta època, simplement hi ha un buit de coneixement que cal omplir. L'equip de Hampshire va decidir de fer-ho mostrant la interrelació permanent entre experimentació i coneixement. El de York, en canvi, havia de proporcionar unes dades empíriques de la manera més atractiva perquè fessin la seva funció “depuradora” i per aquest motiu van optar per la reconstrucció. Per entendre aquesta postura cal pensar també que comptaven amb un avantatge previ i és que la informació provenia d'un jaciment concret en què, a més, les condicions de conservació eren excepcionals i, per tant, deixaven poc lloc per a l'especulació. Així doncs, s'aprofitava per mostrar, no només com era el passat en una aprehensió a través de tots els sentits, sinó que s'ensenyava una altra manera de fer Arqueologia que utilitzava el registre arqueològic i no pas l'experimentació com a forma de validació de les hipòtesis de partida, tot i que aquest no era l'objectiu primer del museu. Veiem, doncs, de quina manera les diferents metodologies arqueològiques influeixen també en la forma de difusió: no es tracta d'aplicar una fórmula rígida i estereotipada amb posterioritat al procés d'investigació, sinó que la difusió hauria d'estar integrada des del principi, de manera natural, al procés de recerca arqueològica perquè és una conseqüència directa de la funció social de l'Arqueologia.

Tanmateix, la majoria de museus encara presenten un enfocament que podríem anomenar “històric”. Ara, els objectes ja no es valoren només per la seva bellesa estètica, sinó com a representants dels fets del passat i, per tant, s'ordenen cronològicament. Però segueixen constituint el centre de l'univers expositiu i, implícitament, presenten una imatge de l'Arqueologia com a activitat receptiva, passiva, que consisteix en l'acumulació de dades –que, a sobre, no són segures– sobre un passat que té poc a veure amb nosaltres. Això és així perquè encara ens seguim centrant en els resultats i no aprofitem el potencial metodològic de tot el procés (Schadla-Hall, 2002: 24), que no només comporta beneficis de tipus intel·lectual, sinó també social i

patrimonial. Un dels exemples més evidents de la funció de la metodologia en la difusió del coneixement científic és el Museu de la Ciència, que adopta un enfocament experimental –per altra banda, inherent a les Ciències Naturals– però ningú no dubta de la seva validesa ni de la seva dificultat com a disciplina constructora de coneixement.

En qualsevol d'aquests casos, la RV pot acomplir, tal com veurem a l'apartat dedicat a la “Transmissió del Coneixement Arqueològic al Museu” i l’ “Aprentatge”, un paper educatiu important. Les reconstruccions virtuals emprades fins ara mostren una RV estàtica, derivada d'un ús descriptiu de la disciplina, que contribueix encara més a la manipulació perquè les imatges tenen un gran impacte sobre l'imaginari col·lectiu. Per assolir la funció crítica metodològica propugnada en aquest projecte, la RV ha de perdre el seu vessant de *VH* i aprofitar la interactivitat, mostrar de quina manera s'assoleixen els coneixements sobre el passat, no pas perquè la gent pensi que tothom s'hi pot dedicar –que és la por més o menys conscient que encara sotja alguns/es professionals–, sinó perquè compregui com es generen els discursos i integri la consciència crítica que se'n deriva.

I.2.3.5. Conclusions

Per tot el que hem vist, podem afirmar que el procés arqueològic està format per tres grans tipus d'activitats –la recerca, la conservació i la difusió– i que totes elles estan associades explícitament a una funció social. A més, tenint en compte que l'activitat fonamental és la primera, és a dir, que el primer contacte amb el Patrimoni es produeix en el marc de la recerca i d'aquí sorgeixen les informacions que determinaran les posteriors decisions en els altres àmbits, la figura del/de la professional de l'Arqueologia deixa de ser un/a simple buscador/a i acumulador/a de dades per esdevenir un/a coordinador/a de les diverses parts que conformen la intervenció sobre el Patrimoni arqueològic, emparat/ada o emmarcat/ada per les institucions públiques. Això no vol dir que s'hagi d'encarregar de totes les tasques (científiques, legislatives, de conservació, restauració, etc.) sinó que es converteix en l'element bàsic del conjunt de persones i institucions que tenen com a objecte de treball el Patrimoni, La “*Ley del Patrimonio Histórico Español*” recolza aquesta idea amb la seva definició de Patrimoni (Querol, 1992):

“Todos los bienes históricos [...] susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica”

Un dels problemes en relació amb el Patrimoni és que la legislació és ambigua a l'hora d'establir qui s'encarrega de la seva gestió però, tot i amb això, la definició porta implícita la idea que només els/les qui utilitzen aquest mètode podran establir què és el Patrimoni i aquest col·lectiu són, evidentment, els arqueòlegs i les arqueòlogues. Malauradament, això contrasta amb l'escassa consideració social que encara avui, malgrat un discutible procés de professionalització, pateix l'Arqueologia. Ni la gent ni les diferents institucions públiques creuen que sigui una disciplina o ocupació veritablement útil segons els paràmetres actuals; però en canvi totes estan d'acord a afirmar que les restes del passat s'han de conservar. Quina és la causa d'aquesta contradicció? El Patrimoni és vist com un objecte bell o una eina de poder econòmic i social però no s'és conscient que els i les professionals de l'Arqueologia en són els primers gestors/es, en bona part perquè ells/elles mateixos/es han desterrat aquesta

faceta de la seva imatge pública en benefici d'un pretès elitisme científic. Només amb un canvi de mentalitat, que els/les porti a associar la seva tasca científica amb la solució de problemàtiques en el present –en compte d'acumulació de descripcions sobre el passat– es transformarà l'Arqueologia en una disciplina de coneixement útil i consolidarà el seu paper en la societat actual.

1.3. Els museus, punt de contacte entre la societat i l'Arqueologia

1.3.1. Introducció

Les tres funcions descrites anteriorment s'acompleixen per diferents vies: els mitjans de comunicació, l'educació formal, els llibres, el contacte amb els diferents col·lectius als quals pertany una persona... però, com vèiem anteriorment, el més important de tots pel seu abast –en relació amb la diversitat de públic i amb la metodologia per aconseguir-ho– és el museu. Per tant, els museus també poden constituir un dels agents o motors principals a través dels quals l'Arqueologia pot accelerar o reforçar les seves transformacions internes i millorar l'acompliment de les seves diferents funcions. És per aquest motiu que la institució museística es converteix en protagonista del present treball de recerca i que intentaré caracteritzar-la tenint en compte les diverses funcions que compleix –social, comunicativa i, més específicament, educativa– basant-se en el paper del Patrimoni com a font de coneixement.

Les concepcions que es presentaran seguidament són el resultat d'una evolució històrica del museu. Com a conseqüència d'un seguit de factors causals, s'han produït un conjunt de transformacions museogràfiques que han donat lloc a les funcions i les formes expositives actuals. El primer factor és el nou context històric, anomenat Societat de la Informació i sorgit a partir de l'era industrial (Falk i Dierking, 2000: 217). Es tracta d'una societat més complexa i interdependent, en què circula més informació, ho fa més de pressa i a través de nous mitjans, no necessàriament tangibles. Aquest és el factor que més influeix en la introducció de tecnologies multimèdia als museus. Amb el bombardeig constant d'informació que reben les persones des dels diferents mitjans de comunicació, no només estan acostumades a acceptar i selectivament interpretar tots aquests estímuls sinó que ja esperen trobar-los quan entren en qualsevol entorn (Koester, 1993: 12). Per això, una de les qüestions més importants per al museu és definir quina és la seva funció en aquesta xarxa de producció i distribució de coneixements (Hooper-Greenhill, 1998: 23).

El segon factor és la societat de mercat. Dit de manera molt simple, una de les principals conseqüències del capitalisme és que tot es mesura pel seu valor mercantil, des dels objectes fins les institucions culturals. Això ha confrontat els museus amb la necessitat de demostrar la seva solvència i/o intentar autofinançar-se (Asensio, García Blanco *et al.*, 1993: 219-220; O'Neil, 1991: 24). La conseqüència és que queda més subjecte a les lleis de l'oferta i la demanda que no pas als criteris científics, comunicatius o socials. Una altra forma d'influència és que la revolució postindustrial està transformant la base econòmica dels països desenvolupats i el sector terciari i, més concretament, l'oci i la cultura, estan adquirint un protagonisme com a objecte de

consum massiu (Hernández Cardona, 1998b: 31). Un cop assegurada la subsistència i el confort, els esforços es centren en la salut i la qualitat de vida al nivell intel·lectual (Hernández Cardona, 2003: 458). En consonància amb l'aparició del turisme cultural, ha augmentat la demanda als museus perquè es consideren llocs adequats per satisfer el desig d'aprendre gaudint (Falk i Dierking, 2000: 217).

Però això també significa que el museu entra en competència amb altres institucions d'oci i alhora canvia d'estatus: ja no el legitima el prestigi de les classes polítiques governants sinó que ha de satisfer la demanda social i, per consegüent, cal que faci estudis de mercat per conèixer i adaptar-se a les demandes del públic. La prova és que, actualment, molts museus locals de Gran Bretanya són gestionats pels departaments d'oci de les administracions locals al mateix nivell que altres centres d'entreteniment (Hooper-Greenhill, 1994a: 133; 1998: 54-55), com ara els entorns temàtics a gran escala. Aquests constitueixen una oferta molt atractiva perquè, tal com han mostrat els estudis de públic, la gent se sent més còmoda en ambients en què se satisfan les seves necessitats físiques, sensibles i emocionals sense exigir-los grans esforços corporals i psicològics (Hooper-Greenhill, 1998: 96). Els parcs temàtics ofereixen la possibilitat de gaudir d'experiències diverses, com ara comprar, divertir-se, menjar... mentre que els museus encara es consideren austers, avorrits i intimidadors (Hooper-Greenhill, 1998: 96). Per tant, el museu té davant seu el repte de presentar-se com a institució valuosa i divertida però tenint en compte que és més que un lloc d'entreteniment: és el seu component intel·lectual, el seu potencial educatiu, el que constitueix part de la seva atracció de cara a l'oci (Hooper-Greenhill, 1998: 51).

Això està molt estretament relacionat amb el factor següent, que està directament determinat per les tendències demogràfiques actuals (Hooper-Greenhill, 1994a: 136): es tracta de l'accés al museu de nous segments de públic amb noves necessitats com, per exemple, les famílies. Aquesta institució socio-econòmica, juntament amb el públic escolar, s'ha acabat convertint, al llarg d'un procés que comença a partir de la Segona Guerra Mundial (Valdés, 1999: 82), en el principal interlocutor del museu i, per aquest motiu, en condiciona les funcions socials i educatives. Des del seu punt de vista, l'exposició és un èxit si resulta apropiada per a tots els membres de la família; i això significa que ha d'entretenir, educar sense cansar i oferir bons serveis per cobrir les necessitats físiques i emocionals de la infància que, a més, canvien amb l'edat (Hooper-Greenhill, 1998: 139-141). Els estudis indiquen que els museus tenen el potencial d'oferir oportunitats úniques perquè pares i mares puguin explorar els recursos amb els seus fills i filles, i comparar els coneixements anteriors –el món d'experiències de la família– amb les coses noves que veuen –l'experiència viscuda al museu– per tal de (re)construir junts/es un món de significats que les inclogui. S'ha comprovat que les famílies valoren més el fet d'estar plegats/des i participar activament en un entorn confortable que no pas aprendre o fer alguna cosa útil (Hooper-Greenhill, 1998: 142). I l'èxit que tenen els centres d'exposició científica demostra que estan proporcionant el tipus d'entorn que les famílies desitgen: un lloc on es pot manipular, provar, fer, construir i compartir amb els/les altres membres del grup totes aquestes experiències en un entorn que no intimida, és segur i no hi ha limitacions artificials de temps (Hooper-Greenhill, 1998: 35). Mentre que aquest tipus de museus reben la visita d'un públic més divers, els museus d'Art encara segueixen atraient els grups socials i culturals més elitistes (Hooper-Greenhill, 1994a: 136).

Un altre factor és la transformació de la teoria i la pràctica de l'educació, a la qual els museus sempre havien estat lligats, encara que la seva concepció i situació dins la institució eren diferents (Hooper-Greenhill, 1994a: 137). Els museus es veuen afectats per aquest procés a través de diverses vies. La primera és la democratització de l'accés al coneixement, que rebrà impuls en dos moments històrics diferents. Acabada la Primera Guerra Mundial, el període de creixement econòmic i demogràfic subsegüent va portar a un augment de l'escolarització i això va fer que sorgissin noves necessitats i s'incrementessin les expectatives educatives de la població (Hernández Cardona, 1998a: 144; Pastor, 2004: 40-41; Valdés, 1999: 11). Això va generar una nova sensibilitat en relació amb la importància de la difusió cultural: la cultura, deixava de ser un bé restringit a les classes altes o intel·lectuals i esdevenia –també com a conseqüència de les idees polítiques– un patrimoni comunitari, nacional o de tota la humanitat, un recurs que havia d'estar a l'abast de tothom (Pastor, 2004: 40-41). Si, en el passat, els i les visitants dels museus, pertanyents a les classes acomodades de la societat, es conformaven amb passejar entre el material exposat i apreciar la seva bellesa estètica, des del moment que augmenta el nivell educatiu general, hi ha molts altres sectors que volen visitar el museu, comprendre el seu missatge i veure-s'hi reflectits. Una prova d'això és l'aparició de fenòmens de masses lligats a certes exposicions, la qual cosa modifica la concepció política - social de les exposicions (Asensio, García Blanco *et al.*, 1993: 219-220). Aquestes noves inquietuds també van portar a la creació de diferents organismes internacionals encarregats de vetllar per la conservació i difusió del Patrimoni, principalment a través dels museus (Pastor, 2004: 40-41).

L'altre impuls es produeix a la segona meitat del s. XX. Com a conseqüència dels canvis econòmics i socials lligats a la Segona Guerra Mundial i també als processos de descolonització, apareix el concepte d'Estat del benestar, un model social i econòmic en què totes les persones s'impliquen activament en el desenvolupament de l'Estat, i l'Administració, al seu torn, garanteix uns mínims econòmics, polítics i educatius per a tothom. Des del punt de vista d'aquest darrer àmbit, es tracta de formar una ciutadania crítica, justa, responsable, que defugui els dogmatismes i les manipulacions (Pastor, 2004: 39-40). Una altra via, estretament lligada a aquest darrer factor, és el fet que s'eixampla el propi concepte d'educació. En la transició de la dècada dels 60 als 70, comencen a plantejar-se les primeres crítiques a les formes educatives tradicionals i es proposen nous models en què no només apareix una concepció pedagògica radicalment diferent sinó que també inclouen altres formes d'aprenentatge, les quals queden integrades en el concepte d' "educació permanent" (Pastor, 2004: 38). Així doncs, l'educació ja no es limita a l'àmbit formal sinó que es produeix al llarg de tota la vida i en diferents entorns. Qualsevol persona de qualsevol edat pot entrar a visitar una exposició perquè l'objectiu del museu és fer arribar a totes les persones el coneixement científic (i el gaudi del Patrimoni) sense la necessitat d'establir un context formal d'aprenentatge (Valdés, 1999: 86-88). Això comporta un canvi fonamental en la consideració educativa de les exposicions: cal tenir més en compte les capacitats d'aprenentatge del públic general (Asensio, García Blanco *et al.*, 1993: 219-220) i desenvolupar noves estratègies, diversificades i complementàries, per satisfer els seus estils i interessos diferents⁶⁰. En qualsevol cas, tal com també afirmen altres autors (Horne, 1992: 63; Valdés, 1999: 88), és aquesta dimensió de l'experiència viscuda que

⁶⁰ Això no deixa d'estar relacionat amb la concepció mercantil de "servei", un element intangible, perible –no es pot acumular–, inseparable –la producció i el consum són simultanis– i heterogeni –diferent en cada persona–, que proposa una oferta el més variada possible per satisfer la demanda més variada possible, encara que pot donar prioritat a una línia concreta (Valdés, 1999: 78).

t'enriqueix com a persona en qualsevol moment de la vida, de despertar la curiositat i ampliar els propis horitzons personals a través del descobriment, la que caracteritza l'àmbit de l'educació informal.

Per altra banda, la influència de les idees constructivistes en l'entorn educatiu escolar fa que s'introdueixi una metodologia pedagògica menys rígida, que inclou la manipulació, la recerca, les activitats socials i la visita a altres entorns, que poden trencar la rutina de l'aula i augmentar la motivació. El museu és, precisament, un entorn que proporciona tots els elements anteriors i és per aquest motiu que les posicions de l'escola i el museu s'apropen i acaben treballant en col·laboració (Hooper-Greenhill, 1994a: 141; Valdés, 1999: 11). Des d'aquest moment, els grups escolars constitueixen el sector educatiu més nombrós dins el públic del museu (Hooper-Greenhill, 1998: 143). Arreu d'Europa les visites han augmentat considerablement com a conseqüència de la implantació en diferents moments de nous programes educatius a escala nacional. Per tal d'atraure aquest públic, el museu ha dut a terme una adaptació progressiva de les seves exposicions, els seus espais de serveis i, fins i tot, de la seva organització interna, ja que la majoria d'ells han creat un departament educatiu que s'ocupa de dissenyar els continguts o les activitats paral·leles d'acord amb els currículums escolars (Asensio, García Blanco *et al.*, 1993: 219-220), de satisfer les necessitats d'informació dels professors i les professores i, de manera general, seguint els consells del paradigma educatiu constructivista, de trobar i fer efectius els mitjans per garantir l'efectivitat de l'aprenentatge. Per totes aquestes raons, la concepció tradicional de la visita s'ha modificat i, en lloc de la contemplació estètica silenciosa, els/les visitants esperen cada cop més una interacció que es mantingui durant diversos minuts i que comporti una adquisició clara i identificada de coneixements (Hooper-Greenhill, 1998: 24).

Atès que estem parlant dels museus d'Arqueologia, hi podríem afegir un darrer factor de canvi, que té a veure amb la concepció de la disciplina (Asensio i Pol Méndez, 1996: 87-90). Una concepció epistemològica positivista atorga importància a l'acumulació de dades i això comporta una perspectiva descriptiva i taxonòmica que es transmet a la missió del museu i l'estructura de l'exposició: la seva funció és emmagatzemar i catalogar el Patrimoni, i és així com es presentarà al públic, és a dir, que l'origen i el final del discurs expositiu són les col·leccions, i cal evitar qualsevol element que interfereixi en l'apreciació dels objectes. Aquest model comunicatiu condiona el tipus de públic i la seva actitud: adoptarà una actitud passiva i purament contemplativa, amb la qual cosa, només els/les experts/es podran copsar un missatge expositiu que es transmet "per contacte". Però darrerament s'ha produït una transformació al nivell epistemològic i s'ha passat de la pura acumulació d'informacions a una concepció racionalista, en què l'important són els models teòrics que pretenen explicar aquesta enorme quantitat de dades (Asensio i Pol Méndez, 1996: 87). Així doncs, es contraposa una perspectiva explicativa, relacional a l'anterior enfocament descriptiu i això té repercussions sobre el museu, que deixa de ser un simple magatzem d'objectes etiquetats per esdevenir un centre de comunicació, en què aquests serveixen per il·lustrar discursos elaborats. Amb l'augment de la complexitat del missatge, cal trobar noves formes per fer-lo comprensible, la qual cosa implica desenvolupar formes de comunicació diverses i complementàries, que exigeixen una actitud activa per part del/ de la visitant. Això és així perquè, tal com han demostrat els estudis actuals, la interpretació de l'exposició depèn de dues variables –el nivell de coneixement general i específic de cada persona i la capacitat comunicativa de l'exposició– que mantenen una

relació inversament proporcional: com menys experta és una persona, més necessitat hi ha d'inversió comunicativa per part de l'exposició (Asensio i Pol Méndez, 1997: 28).

Tots aquests factors han contribuït a transformar el paradigma tradicional de museu, de manera que l'equació⁶¹:

“un edifici + una col·lecció + un missatge + un públic”

Es converteix en:

“un territori (estructura descentralitzada) + un patrimoni (material i immaterial) + un diàleg + una comunitat (desenvolupament econòmic, polític i social)”

En aquesta nova concepció tenen cabuda noves formes patrimonials, nous espais, noves comunitats i nous tipus d'activitats –als quals em referiré a continuació i, especialment, en les seccions que conformen el present capítol– que conformen la nova funció del museu al segle XXI: Eilean Hooper-Greenhill (Hooper-Greenhill, 1998: 23) no té cap dubte que aquesta és de tipus social. En realitat, no és que el museu hagi inventat noves funcions, sinó que ha socialitzat les antigues (Martín, 1994: 267), ha deixat de ser el propietari per esdevenir el dipositari del Patrimoni i ha adoptat la missió d'establir un vincle permanent entre aquest i la societat –els dos pilars fonamentals actuals del museu, segons Carmen Valdés (Valdés, 1999: 42)–, amb la qual cosa s'ha convertit en un mitjà de comunicació.

Comencem parlant del “territori”. El fet que el museu no es limiti a una col·lecció dins un edifici, implica que hi ha moltes altres entitats patrimonials que poden ser musealitzades. D'aquí prové l'ampliació per part de l'ICOM (Fernández, 1999: 109) del nombre de categories de museus en funció d'allò que s'exposa. En el cas dels museus relacionats amb l'Arqueologia –o les disciplines històriques en general– podríem distingir els tipus següents:

- **Museu amb col·lecció:** segons l'abast espacial de les restes pot ser nacional, d'una regió, d'una ciutat, local, privat –una persona o una institució col·leccionista– o biogràfic; segons el tema, pot ser (Fernández, 1999: 125-126) general –des del punt de vista espacial o temporal–, especialitzat –selecció temàtica, tècnica, procedimental o de públic per poder proporcionar una comprensió o aprenentatge més aprofundit–, o monogràfic –un tipus específic de museu especialitzat que es concentra en un aspecte determinat d'una manifestació cultural concreta; segons l'àmbit de coneixement, ens trobarem dins un museu d'Art, d'Història, geològic, antropològic, científic, tècnic, del folklore i arts populars, marítim, naval, etnològic... Aquí rau una de les majors dificultats per classificar els museus d'Arqueologia o d'Història: el fet que en un o altre moment tots els museus es refereixen al desenvolupament diacrònic i, per tant, (Fernández, 1999: 127) l'ICOM proposa que es classifiquin dins la primera categoria aquells que proposin una perspectiva cronològica⁶² –en el cas dels

⁶¹ La versió original es troba a (de Varine, 1979), citat a (Fernández, 1999: 102; Valdés, 1999: 36), però aquí l'he modificada lleugerament tot afegint-hi altres elements.

⁶² Aquí es troba l'origen del relativisme de l'Arqueologia, perquè el seu objectiu consisteix en il·lustrar discursos sobre el passat que poden ser tan diferents com es vulgui.

arqueològics– o que evoquin o il·lustrin certs esdeveniments –en el cas dels històrics.

- **Ecomuseu:** el concepte va ser impulsat i desenvolupat per Georges Henri Rivière des de mitjan anys 50 i es caracteritza pel fet de tractar el temps i l'espai al voltant d'un territori concret i les relacions de l'ésser humà amb la naturalesa en aquest marc específic concret (Fernández, 1999: 126-127). Les definicions successives que Rivière en va publicar fonamenten les diferents formes específiques que aquesta idea general ha pres posteriorment: la interdisciplinarietat provinent de la concepció ecològica; la participació de la comunitat en la construcció i funcionament de la institució; la importància de la interpretació del medi concret; la necessitat per part de la comunitat que hi viu de comprendre i protegir el seu entorn proper perquè en ell resideix la seva identitat i el seu futur (Fernández, 1999: 127). Actualment, el concepte d'ecomuseu s'associa més aviat amb la interpretació d'un entorn natural i es distingeix del parc natural pel fet que no hi ha un edifici que centralitzi les explicacions i les activitats.
- En el cas que l'entorn musealitzat sigui de tipus urbà parlarem de “**ciutat - museu**”, si es considera que tota la ciutat aconsegueix els requisits necessaris, o bé de “**conjunts monumentals**”, quan es tracta d'alguns edificis, com ara el casc antic d'una ciutat o la catedral i les dependències annexes, etc.
- **Jaciment musealitzat:** un bé immoble condicionat. El concepte de “jaciment” s'entén en sentit ampli, pot incloure una veritable excavació arqueològica, una fàbrica, una casa, etc. En aquest darrer cas se'ls acostuma a anomenar “**museu - monument**” (Fernández, 1999: 129).
- **Centres d'interpretació històrica:** Probablement constitueixen els hereus directes dels ecomuseus, ara que aquests han adoptat un matís més ecològic. Inicialment els centres d'interpretació històrica es relacionaven amb la rememoració i recreació de fets històrics –generalment bèl·lics– en el propi emplaçament on havien esdevingut, especialment quan les restes materials dels quals eren inexistents o poc musealitzables. Així doncs, allò que els donava sentit era la ubicació en l'espai on va tenir lloc el fet històric concret. Actualment, el concepte de centre d'interpretació s'ha ampliat per abastar altres fets i discursos històrics i fa referència a espais expositius que expliquen aspectes relacionats amb les característiques històriques i paisatgístiques d'un territori i que sempre s'ubiquen en estreta connexió amb l'escenari objecte d'explicació. L'objectiu dels centres d'interpretació és, per una banda, conservar la memòria del patrimoni que hi va haver en aquell lloc, com utilitzar-lo per explicar la seva història i reafirmar els lligams de la societat d'avui amb la del passat. El fet de no comptar amb fons propi ni amb materials originals permet una major llibertat i claredat expositiva, lligada als objectius comunicatius que es plantegin.
- **Parc temàtic:** es defineix com un recinte tancat de gran extensió que té com a objectiu fonamental la diversió dels i les visitants a través de la immersió en una experiència construïda a partir de diferents reconstruccions o atraccions mecàniques organitzades al voltant d'una idea o eix temàtic que atorga

coherència al conjunt (Esteve, 2001: 41). Un exemple de parc temàtic relacionat amb la Història o l'Arqueologia seria Terra Mítica.

Actualment, les diferències entre museu, jaciment musealitzat i parc temàtic s'estan difuminant perquè estan adoptant conceptes els uns dels altres i, per tant, s'apropen progressivament (Schouten, 1995: 29).

1.3.2. La base: el paper dels objectes

En aquesta secció exposaré algunes idees sobre el paper dels objectes o de la cultura material perquè constitueix la base de totes les funcions del museu. Així doncs, ens estem referint al "Patrimoni" dins l'equació presentada a la introducció. El que converteix un objecte en un element susceptible de ser exposat és un procés de selecció, que està determinat pel valor cultural que se li atorga, el qual, al seu torn, depèn dels criteris de cada moment històric (Pearce, 1992: 5). Des d'un punt de vista filosòfic la importància o el paper dels objectes prové de les concepcions associades al pensament occidental (García Blanco, 1999: 12, 14; Hernández Hernández, 1998: 36; Pearce, 1992: 3, 120): el positivisme del s. XIX, les arrels del qual es troben en l'enciclopedisme i la concepció classificadora de Linné, i fonamenta l'epistemologia de les disciplines que treballen amb aquest tipus de font; la compartimentació tradicional del coneixement; la importància de l'individu i les seves accions; la linealitat temporal; el capitalisme, en què els béns de consum ocupen un lloc central no només pel seu valor crematístic sinó també pel seu significat polític i social; i, sobretot la idea que tots els elements anteriors queden units de manera coherent a través de la idea il·lustrada de progrés o, més recentment de canvi històric.

El Patrimoni és, com vèiem en el capítol anterior, el resultat de les activitats humanes al llarg del temps i, per tant, evidencia materialment el desenvolupament històric de les societats. En el fons, és l'únic element observable que en queda –deixant de banda l'estat present dels diferents processos, que correspon a la societat actual– i, per aquest motiu constitueix l'única possibilitat d'aproximació científica. Aquest ús de la cultura material com a font de coneixement, l'Arqueologia el comparteix altres dues disciplines que Ángela García Blanco (García Blanco, 1999: 11) també considera paradigmàtiques de la relació entre la funció científica i comunicativa dels objectes: la Història de l'Art i l'Etnologia. Però, com que a més està format per objectes molt diversos, pertanyents a diverses cultures, que reflecteixen les formes de vida, els coneixements, els sistemes de valors, etc. de les persones que els van produir, emprar i abandonar, ens posa en contacte indirecte amb la diversitat espacial i temporal humana i això permet, no només formar una concepció de la pròpia identitat sinó també relativitzar aquesta autodefinició i els propis sistemes de creences per ser més tolerants i respectuosos/es amb les altres (Pastor, 2004: 42). En definitiva, el Patrimoni posseeix un valor epistemològic i ètic inigualable, que és consubstancial a les disciplines que el fan servir com a font de coneixement i, per tant, també constituirà la base del museu, que és una de les principals formes de comunicació d'aquests corpus de coneixement científic, i en condicionarà la funció social - educativa: aquest es dedicarà a la transmissió de coneixements factuais – que proporcionen una comprensió més profunda–, procedimentals –que ajuden a desenvolupar una consciència crítica–, i també de valors i actituds envers la diversitat cultural humana.

Malauradament, com que prové d'una activitat científica específica, el llenguatge dels objectes és un llenguatge molt especialitzat, que només comprenen els/les qui dominen el marc científic de referència. Tanmateix, l'exposició pot ajudar a resoldre aquest problema perquè és el marc de comunicació idoni per divulgar aquests coneixements (García Blanco, 1999: 13, 35). Per començar, tenint en compte que la major part de la nostra vida quotidiana es basa en la interacció amb els diferents tipus d'objectes que ens envolten, els museus aconsegueixen una funció educativa de primer ordre, perquè repliquen els mecanismes bàsics d'aprehensió de la realitat i, per tant, ajuden a desenvolupar les habilitats essencials per "sobreviure" en el món (Hooper-Greenhill, 1994a: 135; Pearce, 1992: 141). Una altra raó és que els objectes s'adeqüen molt bé al tipus d'estratègia comunicativa del museu perquè com que posseeixen diferents atributs característics, es poden agrupar o organitzar de maneres diferents i, per tant, poden donar lloc a discursos molt diversos (García Blanco, 1999: 30). El problema és que, per posar en valor aquest patrimoni seleccionat, es realitza prèviament una operació de descontextualització que és imprescindible per construir discursos a partir de la cultura material però que alhora redueix la seva capacitat de fer-los realment intel·ligibles perquè els arrenca del seu context real (Pastor, 2004: 49-50). Tanmateix, les noves tendències museogràfiques i de conservació del Patrimoni pretenen evitar aquest efecte negatiu sense limitar la capacitat explicativa d'una exposició i per això s'han desenvolupat diverses solucions, com ara la musealització *in situ* o també, més recentment, aprofitant les capacitats de les TIC, la creació d'exposicions virtuals o de complements multimèdials a les exhibicions físiques.

L'element distintiu dels museus respecte d'altres institucions educatives o mitjans de comunicació és la presència dels objectes. En relació amb aquesta afirmació s'obren dues línies de discurs, una de tipus educatiu i l'altra de tipus epistemològic. Comencem per la primera, per tal d'aclarir que l'aprenentatge a través de la cultura material no és una cosa nova sinó que arrenca al s. XIX amb les "llicions amb objectes" (Pastor, 2004: 55), una metodologia educativa basada en l'aprenentatge per desenvolupament de Rousseau, Pestalozzi i Froebel que, finalment, va cristal·litzar en el "*learning by doing*" de John Dewey⁶³. La idea fonamental era que els objectes contribuïen a exercitar les capacitats perceptives, a partir de les quals es desenvolupen habilitats cada cop més abstractes, com ara la descripció, classificació, interpretació, valoració, reflexió, judici, etc. (Pastor, 2004: 56). En l'àmbit específic de la didàctica museogràfica, les funcions de l'objecte són les següents (Santacana i Serrat, 2005: 83-84):

- Fixen la imatge del concepte.
- Són un suport de la memòria.
- Es transformen en elements de referència.
- Atrauen l'atenció del públic.
- Constitueixen enigmes per resoldre.
- A través d'ells es poden formular hipòtesis i desenvolupar metodologies analítiques.
- Contribueixen a desenvolupar la imaginació.
- Faciliten l'establiment de situacions empàtiques.
- Actuen com a inclusor.
- Permeten les aportacions personals dels/de les visitants.

⁶³ Tots aquests autors tornaran a aparèixer quan repassem les teories filosòfiques sobre l'aprenentatge a l'apartat sobre la "Transmissió del coneixement arqueològic al museu" dins la Pragmàtica de la RV.

Això no obstant, tradicionalment, aquest ús didàctic s'ha plantejat de manera independent del seu caràcter patrimonial, és a dir, que s'han emprat com a simples il·lustradors d'un discurs preestablert que en cap cas se'n servia com a evidència demostrativa o feia referència a la seva presència i influència en el context de la societat actual (Hernández Cardona, 2003: 455). Tot i que actualment aquest enfocament ha estat matisat, es manté un desajust entre la seva funció epistemològica i la seva funció didàctica: mentre que en el primer cas juga un paper central com a font de coneixement i verificació, en el segon es segueix considerant un simple recurs pedagògic (Hernández Cardona, 2003: 455). Per tot això, la societat segueix veient l'Arqueologia com una disciplina molt apassionant però poc útil: el passat no té res a veure amb les necessitats del present; però no és així en el cas del Patrimoni, atès que aquest s'ha convertit en un bé de consum massiu i, per tant, sí compleix una funció (purament econòmica) en el món actual.

Precisament, això ens prepara el camí per la segona línia de reflexió, ja que la manera com els museus presenten el coneixement que sobre els objectes està determinada pel coneixement científic del domini de referència, que els dota de contingut i estableix relacions lògiques entre ells (García Blanco, 1999: 11). El seu paper com a suport depèn de la seva consideració epistemològica dins la disciplina (García Blanco, 1999: 11). Per això la distinció entre els museus de Ciència i els d'Art a nivell comunicatiu es basa en la funció dels objectes (Hooper-Greenhill, 1994a: 135): mentre que en el primer cas es consideren un mitjà explicatiu i els originals són poc importants, en el segon tenen valor per ells mateixos, per la seva qualitat estètica, per la seva antiguitat o pel seu paper com a testimonis històrics i, per aquest motiu, els originals són molt importants. Malgrat que l'Arqueologia s'ha associat tradicionalment al segon model, crec que, precisament pel fet que posseeix un marc teòric i metodològic propi en relació amb els objectes i que aquest canvia en funció del debat epistemològic intern de la disciplina, això s'hauria de reflectir en el museu i, actualment, els objectes ja no haurien de ser la seva finalitat última –com passava amb els enfocaments tradicionals– sinó un mitjà de transmissió i construcció de coneixement com qualsevol altre. Això significa, com passa en el cas de moltes exposicions recents, que no es troben a l'exposició per la seva contemplació, sinó en qualitat de fonts primàries (Hernández Cardona, 2003: 457), l'anàlisi de les quals permet inferir coneixements sobre el passat però, sobretot, relacionats amb problemàtiques presents. Des d'aquest punt de vista, els museus arqueològics poden ser tan interactius com els de Ciències, atès que ofereixen la possibilitat de “reproduir” i comprendre els mecanismes bàsics de recerca que han portat a aquelles interpretacions.

Parlem una mica més en detall de la manera com la funció dels objectes dins el discurs científic determina el seu paper en el museu. Després d'una primera fase purament classificadora, en què els objectes es conceptualitzaven aïlladament, tenint en compte només els seus atributs físics, l'Arqueologia històrico - cultural hi va afegir la idea que aquestes entitats, degudament situades des del punt de vista formal, cronològic i geogràfic, i integrades dins un esquema de raonament inductiu, podien informar de manera objectiva sobre la ubicació de les diferents cultures o civilitzacions, les seves característiques i les relacions entre elles (García Blanco, 1999: 16, 18). Una idea similar caracteritzava l'Arqueologia històrico - artística, derivada dels estudis de Johan Winckelmann (1717-1768), però es posava més l'èmfasi en l'aspecte purament formal, és a dir, que interessava seguir les direccions de les influències i les evolucions estilístiques (García Blanco, 1999: 17). Aquestes idees quedaven reflectides als museus,

que exposaven els objectes prenent com a base dos eixos: un de cronològic, el qual mostrava el progrés de les societats humanes; i un de formal, el qual mostrava les característiques distintives de cada cultura i les relacions entre elles. Així doncs, la classificació és inherent al mètode arqueològic i la seva concepció a la disciplina es reflecteix a les estratègies expositives dels museus.

El canvi important en la conceptualització de l'objecte comença per influència de l'Etnologia i el funcionalisme, perquè l'objecte deixa de considerar-se aïlladament i passa a esdevenir el testimoni del funcionament de les societats: és un resultat material dels processos adaptatius que s'hi van produir (García Blanco, 1999: 18; Pearce, 1992: 144, 146). La *New Archaeology* va adoptar aquesta concepció funcionalista dels objectes. També va criticar l'inductivisme pur i va proposar el mètode hipotètic - deductiu com a via per aconseguir una Arqueologia científica. Tanmateix, això no va implicar l'abandonament total de la classificació: només van canviar els criteris i el seu lloc en la cadena de raonament. I, en el cas del museu, no es va modificar substancialment el rol de l'objecte, només es van afegir noves estratègies expositives que mostraven les activitats de producció en el passat i el component experimental del registre arqueològic. Malgrat els intents de superar les limitacions d'aquesta concepció amb la incorporació de les idees de la teoria sistèmica (Pearce, 1992: 151) i la contextual (Pearce, 1992: 161), des del punt de vista del paper epistemològic i comunicatiu dels objectes, l'Arqueologia encara es manté essencialment funcionalista perquè conté la idea inherent que els objectes informen sobre el funcionament de les societats, ja sigui en les seves activitats de supervivència com en l'esfera més simbòlica.

El problema d'aquest punt de vista és que la funció de l'objecte és purament epistemològica, no es considera que tingui cap funció activa en la societat. I, a més, des de la perspectiva estrictament científica, no té en compte el rol de l'individu, només proposa descripcions en comptes d'explicacions i no contempla la possibilitat que no tot tingui una utilitat adaptativa (Pearce, 1992: 155, 164-165). Aquestes són algunes de les crítiques que els diferents postmodernismes i, més concretament, l'estructuralisme, adreçaran a l'enfocament anterior. L'aplicació a l'Arqueologia de les idees antropològiques que Lévi-Strauss havia manllevat a la Lingüística⁶⁴ porta autors com per exemple Andrea Carandini (Carandini, 1984) a afirmar que l'objecte no es pot entendre si s'analitza aïlladament o només es té en compte un dels seus atributs perquè actua com a document en la seva totalitat, és a dir, que forma part d'una estructura i, per tant, la informació es deriva del conjunt de les parts. Aquí és on entra en joc el concepte clau de context i les metàfores lingüístiques que tant l'autor italià com Ian Hodder (Hodder, 1988) empraran per explicar-lo. El context correspon al conjunt d'objectes materials que componen una unitat espacial, temporal i funcional, però l'element significatiu no són els objectes per ells mateixos sinó les relacions que s'estableixen entre ells (García Blanco, 1999: 22).

A aquesta noció de context estrictament present i arqueològica, una de les tendències postprocessualistes anomenada precisament "Arqueologia contextual" hi afegirà un altre

⁶⁴ Crec que, malgrat que les crítiques al funcionalisme respecte a la conceptualització de les societats són totalment encertades, aquí es troba o s'afegeix un altre problema a la tradicional limitació epistemològica de l'Arqueologia, perquè l'estructuralisme estava pensat, en primer lloc, per analitzar estructures observables. Però, si la societat ja no hi és, d'on es treu el context dinàmic en què observar el funcionament? Ian Hodder respondrà dient que indirectament, a partir del context fossilitzat en el registre material però aquest està subjecte a les condicions de conservació.

vessant: el que s'infereix, el passat, és a dir, el de la societat en què funcionava l'objecte, que permet introduir una perspectiva diacrònica que ni l'Arqueologia estructuralista ni la sistèmica posseïen (García Blanco, 1999: 23). En el context original dels objectes, aquests tenen un paper actiu com a sistema comunicatiu que organitza l'espai, les activitats i les actituds, i es pot inferir el funcionament d'una cultura a partir d'ells perquè totes les societats humanes comparteixen una base psicològica universal estructurada a partir de combinacions de parells oposats (Pearce, 1992: 171). Aquestes mateixes estructures bàsiques es troben també en el disseny de les exposicions perquè, atès que formen part del nostre univers quotidià, és normal que també el reflecteixin (Pearce, 1992: 172). I, conseqüentment, també són susceptibles de ser analitzades a través de la metodologia estructuralista o semiòtica per tal de comprendre de quina manera produeixen significats.

Aquesta mateixa funció representativa o s'ígnica dels objectes dins el marc de les societats humanes és la que els confereix, des del punt de vista del museu, la capacitat de construir diferents tipus de discursos. Així doncs, un objecte posseeix al llarg de la seva existència diferents nivells de significació, perquè aquesta varia en funció del context cultural en què es troben immersos. És així com la societat occidental, que es caracteritza per la importància del coneixement acadèmic, ha afegit un valor epistemològic i cultural –és a dir, patrimonial– als valors simbòlics de tipus polític i econòmic que l'objecte havia ostentat anteriorment. Precisament, com també afirma Ángela García Blanco (García Blanco, 1999: 24-25), la funció de l'Arqueologia amb posterioritat a l'estructuralisme ha consistit en descobrir aquesta dimensió semàntica de l'objecte, en descodificar el significat de l'objecte en ell mateix i dins del seu context social. En aquest procés, l'objecte perd el caràcter general de signe que posseïa en el seu context original per actuar com a document o indici: informa de la seva funció material –la comprensió de la qual sempre ha estat més immediata i s'associa amb una Arqueologia científica– i també de la seva funció en l'univers simbòlic –la qual és molt més difícil d'assolir (i presenta un caràcter més interpretatiu) perquè desconeixem els codis simbòlics de la societat que el va crear.

En el moment que aquest objecte s'exposa al museu, passa de ser un "objecte - document" a ser un "objecte - missatge" (García Blanco, 1999: 13; Hernández Hernández, 1998: 39) o un símbol, perquè aïllat o en relació amb altres objectes serveix per una nova funció, que és expressar un discurs en relació directa amb ell o bé del qual ell és il·lustració i/o justificació. Per tant, els objectes exposats posseeixen alhora un caràcter denotatiu o objectiu, que fa referència a la seva significació directa –formal, funcional, estètica–, però també un de connotatiu o subjectiu, que fa referència a la seva relació contextual, la seva incidència funcional i el seu significat (Hernández Hernández, 1998: 39), tenint en compte que aquest darrer és una negociació entre el significat original, el que li atorga el museu i el que li confereix el/la visitant en funció de les seves pròpies experiències i marcs de referència.

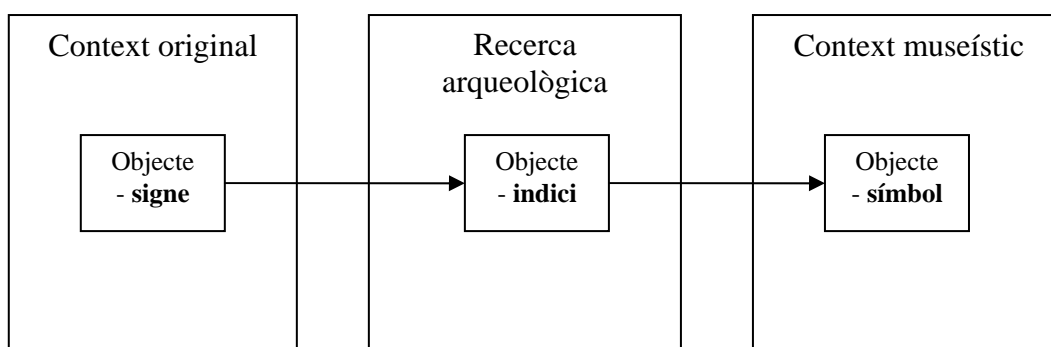


Figura 5: transformació de la funció semiòtica de l'objecte al llarg de la seva existència, des del context original fins al museu.

A través del procés de selecció, l'objecte, que és alhora significant i significat, es converteix en símbol i, d'aquesta manera, es transforma en element significant dins el conjunt de l'exposició. Des d'aquest punt de vista, l'exposició es pot considerar una nova reformulació simbòlica, però només transforma parcialment la relació semàntica inherent als objectes perquè, com que els fa servir com a vehicles sígnics d'ells mateixos, encara guarden una certa relació amb la seva cultura d'origen (Pearce, 1992: 141). Els objectes actuen a través de relacions de metonímia amb el seu temps i espai perquè es prenen com a representants de la totalitat d'aquest marc del qual formaven part intrínseca (Pearce, 1992: 141, 174, 176). Tanmateix, la relació amb el seu context cultural original és metafòrica perquè l'hem extret d'aquí i l'hem transferit a un altre que pretén evocar-lo (Pearce, 1992: 175). Així doncs, en aquest nou context funcionen com a metàfora interpretativa i, com a tal metàfora, només es poden presentar sota la forma narrativa (Pearce, 1992: 141). En aquest punt, els objectes comuniquen el seu significat a través de la interacció entre tres elements concomitants (Pearce, 1992: 218-219): les seves característiques formals, que les persones normalment observen però també poden percebre a través dels altres sentits si el museu així ho disposa; el significat que aquestes els atorguen en funció de les seves experiències, coneixements previs i educació social; i les claus interpretatives que, sota la forma de texts, dibuixos o possibilitat de manipulació interactiva, el museu afegeix per ajudar a la comprensió del significat específic de l'objecte i a vincular-lo al missatge global de l'exposició.

Tota aquesta explicació correspon a un tipus de museologia⁶⁵ que Jean Davallon [(Davallon, 1992), citat a (García Blanco, 1999; Hernández Hernández, 1998)] anomena "de l'objecte" i que caracteritza els museus tradicionals d'Arqueologia, d'Art, d'Antropologia i d'Història natural, és a dir, totes aquelles exposicions que es basen en la presentació d'objectes i que comuniquen el seu missatge a través de la relació entre ells (Hernández Hernández, 1998: 67). Però existeixen dos altres grans paradigmes museològics, el de la idea i el de l'enfocament o punt de vista que, malgrat que estan associats a altres branques del saber, també han començat a desenvolupar-se, des de fa uns anys, en l'àmbit de l'Arqueologia. La museologia de la idea es recolza en els coneixements. Això no significa que els objectes desapareguin sinó que s'ha invertit el seu paper en relació amb el missatge: ara, el discurs no es construeix a partir d'ells sinó que ells estan al servei d'aquest per il·lustrar-lo (Hernández Hernández, 1998: 197). La

⁶⁵ En parlaré una mica més en detall quan tractem la Funció comunicativa de l'exposició.

tercera via, anomenada de l'enfocament o el punt de vista, i que sorgeix com a conseqüència de les crítiques adreçades als paradigmes anteriors. Aquestes crítiques són principalment de dos tipus (Hernández Hernández, 1998: 260-261). En primer lloc, es retreu el manteniment del paper passiu del/de la visitant, que es limita a recollir les informacions que el museu li transmet. La solució és considerar el/la visitant no pas com una cosa aliena sinó com un element actiu dins el procés de construcció del discurs i una forma de donar-li aquest poder és que comparteixi els mitjans de coneixement que fa servir l'exposició. En segon lloc, es subratlla el fet que, tant en un cas com en l'altre, els objectes estan descontextualitzats i això elimina bona part del seu poder significatiu. Per tant, la millor manera d'entrar en aquest món ja no és el contacte amb els objectes sinó la integració en el context real que els conté perquè en realitat aquest està carregat de significats veritables.

Per concloure tota aquesta reflexió sobre la manera com el paper epistemològic de l'objecte en la disciplina de referència influeix en l'exposició, voldria fer una referència al problema que caracteritza els museus arqueològics i que reflecteix precisament el fet que la disciplina sempre ha estat a mig camí entre la Història i l'Art. A mesura que els estudis històrics es desenvolupaven, com que la Història no s'interessava per la cultura material perquè ja tenia els documents escrits com a font de coneixement, no es va construir un marc teòric sòlid per explicar el passat a través d'aquests i, com a conseqüència d'això, va prevaler el paradigma artístic original a l'hora de valorar i comunicar el Patrimoni. Així doncs, el problema dels museus arqueològics prové en origen de les inconsistències epistemològiques internes perquè, a més, hi ha un altre factor de conflicte que hi intervé i és creure que l'objectiu de l'Arqueologia és explicar tot el passat, tal com ho pot fer la Història: en comprovar-se que la cultura material no pot informar sobre els aspectes simbòlics més indirectes, l'Arqueologia queda relegada definitivament a la categoria de "parent pobre" de les disciplines històriques. Tot això es reflecteix a les exposicions perquè no sempre existeix un veritable discurs que vinculi els objectes amb el passat i, encara menys, amb el present. Les transformacions en aquest sentit provenen més dels canvis en les concepcions pedagògiques o museogràfiques que no pas pròpiament epistemològiques i per això encara es mantenen quatre tipus d'actitud en els/les visitants: de veneració davant les relíquies del passat (nacional o universal); d'admiració davant els tresors artístics; d'absorció de coneixements davant la il·lustració d'una narrativa històrica; o de satisfacció de les aspiracions romàntiques dins una recreació del passat (Pearce, 1992: 197-209). Però en pocs casos es tracta de la comprensió activa d'una problemàtica present.

El museu divulga a través de l'exposició el Patrimoni que conserva curosament – aquesta és l'especificitat del museu– i ha de transmetre a la societat tot allò que la pugui enriquir, no només intel·lectualment, sinó també emocionalment. Per tant, els museus no només ho són d'objectes, sinó també de coneixements i sensacions, d'experiències sensibles (Valdés, 1999: 41). Tradicionalment, el museu s'ha definit com una institució que produeix coneixement a partir o a través dels objectes, però darrerament, la introducció de les TIC i el seu èmfasi en la informació ha accentuat el desenvolupament de la "museologia de les idees"⁶⁶ i comencem a trobar noves formes en què els objectes juguen un paper totalment secundari o, fins i tot, han desaparegut. Poden existir els museus sense els objectes? Pot arribar un punt en què siguin com els llibres, o com les pel·lícules o com un entorn interactiu purament virtual? La meua opinió és que la

⁶⁶ A la qual em referia anteriorment. Vegeu la secció dedicada a la museologia de la comunicació per una explicació més aprofundida.

qüestió està mal plantejada perquè l'element crític no es troba en la dicotomia objecte/idea sinó en la dicotomia materialitat/intangibilitat. Els museus es caracteritzen per la presència d'objectes en sentit ampli: si aquests desapareixen, el museu es converteix en una altra cosa, perd el seu nom. Però això no implica que aquests hagin de constituir el centre del seu univers i no deixar lloc per a res més, com era propi de la museologia decimonònica. Els objectes són importants en tant que testimonis materials del passat, objecte d'estudi de l'Arqueologia i element que permet mostrar la seva metodologia. Això significa que no cal necessàriament que siguin originals i siguin tangibles. Per això, la majoria de les formes actuals de Museu Virtual⁶⁷ segueixen contenint (representacions d')objectes, encara que la seva funció és variable. Només en els extrems del concepte els objectes desapareixen i deixen el seu lloc a la pura informació i la participació. No deixa de ser interessant pensar que les TIC han tornat a proposar, per una altra via, una de les idees de museu proposades per André Malraux amb els seus llibres d'imatges, però, sobretot que permeten recuperar la idea original del “*mouseion*” com a espai de contemplació i d'intercanvi intel·lectual.

Les TIC plantegen novament el debat sobre què és el museu, especialment, en relació amb els rols dels tres principals elements implicats: la institució, els objectes i les persones. Tal com explica Valery Casey (Casey, 2003) a través de la seva reflexió sobre l'evolució del paper del museu des del punt de vista de la teoria de Jacques Lacan⁶⁸, aquest ha passat per tres fases: legislador, interpretador i actor. En la primera, pròpia del s. XIX, el museu mostra objectes descontextualitzats i sense cap informació perquè l'objectiu és establir la seva autoritat intel·lectual: la relació entre el subjecte i l'objecte és directa però es veu mediatitzada pels coneixements intel·lectuals i socials que aporta el/la visitant. En la segona, pròpia del s. XX, el museu es converteix en interpretador perquè proporciona els mitjans perquè els objectes siguin entesos, de manera, que en realitat, el subjecte no té una visió sobre l'objecte, sinó sobre l'interpretador. L'aparició de les TIC al s. XXI reforça una tendència ja iniciada anteriorment com a conseqüència dels factors a què em referia a la introducció, per la qual l'objecte perd la seva importància en benefici del context de presentació: el museu proposa experiències i no pas la simple observació, amb la qual cosa, el subjecte es converteix en el centre d'aquests processos, en actor dins la interpretació presentada pel museu i, per tant, la cosa més important i suggeridora, es converteix en objecte.

I.3.3. Funció social del museu

Aquí és on comencem a parlar del “diàleg” i la “comunitat”, els dos darrers elements que conformen l'equació que defineix el nou paradigma museològic. La primera funció del museu actual és, tal com es deriva de la definició de museu de l'ICOM⁶⁹ i de les

⁶⁷ Vegeu l'apartat dedicat al Museu Virtual, a les conclusions de l'apartat sobre la “Transmissió del coneixement arqueològic al museu”, dins la “Pragmàtica de la Realitat Virtual”.

⁶⁸ La teoria de la mirada aplicada al museu parteix de la premissa que la persona observa els objectes però en aquest acte també és observada perquè l'obliga a activar els seus coneixements, experiències i codis socials, és a dir, l'obliga a mostrar-se tal com és i, per tant, també pot ser objecte d'estudi (Casey, 2003).

⁶⁹ “[...] una institución permanente, no lucrativa, al servicio de la sociedad y su desarrollo, abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica y expone evidencias del patrimonio material de los pueblos y su medio, con la finalidad de promover el estudio, la educación y el entretenimiento” (Pastor, 2004: 42).

legislacions nacionals⁷⁰ la preservació del Patrimoni per tal que pugui acomplir les seves diverses funcions. La següent per ordre de necessitat és la recerca, perquè només a través de l'adquisició de coneixement sobre el Patrimoni aquest esdevé significatiu (Valdés, 1999: 57). I, finalment, la dimensió social s'assoleix pel fet que aquest coneixement no queda limitat a l'esfera acadèmica, sinó que es difon a tots els hereus i les hereves d'aquells béns perquè en puguin disposar de la manera més adequada. Diu Carmen Valdés (Valdés, 1999: 57):

“Podemos concluir que la importancia que se da a la difusión en los museos no es casual, en ella subyace una visión socializante del patrimonio que adquiere todo su valor mediante la contemplación y comprensión por parte de los integrantes de la sociedad.”

Així doncs, com a institució dipositària i gestora del Patrimoni, els museus són potencialment institucions de recerca i educatives de gran valor (Pastor, 2004: 42) i és per aquest motiu que d'un temps ençà han creat departaments educatius –estretament vinculats a l'educació formal– i han obert espais per destinats a les tasques d'investigació pròpies i externes associades a les col·leccions.

Per altra banda, com a canal d'expressió del coneixement sobre el Patrimoni, també a compleix les funcions política i econòmica pròpies de l'Arqueologia (Santacana i Serrat, 2005: 75). En el primer cas, les restes que conté són el resultat de les accions socials de les comunitats anteriors, amb les quals la societat present se sent vinculada de diverses maneres. Per aquest motiu, un museu pot contribuir a construir la identitat d'un poble, ciutat, o regió concrets i, efectivament, és així com els Estats havien divulgat les seves concepcions nacionalistes durant el s. XIX i la primera meitat del XX; i és també així com a finals del s. XX i principis del XXI, les comunitats locals expressen la seva identitat en contraposició amb les tendències centralitzadores o homogeneïtzadores anteriors (Fernández, 1999: 102; O'Neil, 1991: 22). A aquest nivell, el museu no juga un paper important només des del punt de vista ideològic: tal com vèiem anteriorment, la creixent importància de l'oci i del turisme cultural (Ashworth, 1995; Herbert, 1995), ha convertit els museus en centres d'interès i influència molt importants, per la qual cosa són els agents reals de la dinamització econòmica d'un territori, la qual cosa contribueix a reforçar el sentiment de pertinença de la comunitat. Des d'aquesta perspectiva, la prova que el Patrimoni pot ser lucratiu és el fet que cada cop més empreses financen els museus perquè això atrau el turisme cultural i permet guanyar diners (O'Neil, 1991: 23). La contrapartida és que, davant la manca d'una tradició de subvencions per a la recerca museològica (Horne, 1992: 79), els museus només compten amb aquesta font de recursos per a les grans inversions i, per tant, viuen sota la constant pressió de demostrar que són rentables (Asensio, García Blanco *et al.*, 1993: 219-220; O'Neil, 1991: 24). Com vèiem en parlar de la funció econòmica de l'Arqueologia, es mercantilitza la seva funció perquè ofereix les imatges (superficials, mitificades) que el públic espera per atraure'l i posa molt d'èmfasi en la venda de productes culturals a la botiga.

⁷⁰ Com per exemple l'espanyola, que en el *Real Decreto 620/187 (10 de abril) del Reglamento de Museos de Titularidad Estatal y Sistema de Museos* estableix les seves funcions (Valdés, 1999: 51): 1) Conservació, catalogació, restauració i exhibició ordenada de les col·leccions; 2) investigació; 3) Organització periòdica d'exposicions científiques i divulgatives d'acord amb la naturalesa del museu; 4) Elaboració de catàlegs i monografies dels fons; 5) Desenvolupament d'una activitat didàctica respecte als seus continguts; també es poden realitzar altres activitats (sempre que no perjudiquin les principals) com ara la docència, el rodatge de pel·lícules i reportatges, conferències i simposis, etc., totes elles relacionades amb la divulgació.

Malgrat els aspectes negatius, aquesta és una situació molt diferent a la del museu tradicional, majoritari fins a la Segona Guerra Mundial (Valdés, 1999: 41-42), que consistia en una institució centralitzada, molt costosa per a les administracions públiques i percebuda negativament fora dels sectors més elitistes perquè es considerava que la despesa que comportava no s'adequava amb una tasca tan aparentment senzilla – i, en el fons, inútil– com emmagatzemar objectes que, per altra banda, estaven completament fora del nostre context social, econòmic i cultural. En canvi, avui dia, el tipus de museu més estès és el regional, que constitueix un punt d'intercanvi o de diàleg entre les comunitats locals, que s'expressen, i el públic visitant, que hi aporta els seus interessos, desconeixements i punts de vista (Fernández, 1999: 102; Horne, 1992: 72; O'Neil, 1991: 22). L'avantatge d'aquest tipus de museu és que és molt més proper a la gent i, per tant, pot acomplir realment una funció social, que es manifesta tant a nivell extern com intern. Tanmateix, segons Carmen Valdés (Valdés, 1999: 41-42), tampoc no és convenient que la gent només es centri en ella mateixa i perdi el contacte amb altres cultures. Com que no es poden simplement desmuntar els grans museus decimonònics com el *British* o el *Louvre*, les TIC ofereixen una solució perquè es poden tornar les col·leccions als seus països d'origen –sempre que existeixin bones condicions d'allotjament i conservació– i accedir-hi per Internet. Així, els museus ja no mostren les realitats del colonialisme occidental, sinó que realment reflecteixen l'ecologia humana, la història de les comunitats humanes en cada territori i, a més, es fa compatible el local i l'universal: el local a través del museu ubicat en cada territori; i l'universal a través d'Internet. El problema, segons alguns autors (Santacana i Serrat, 2005: 362-363), és que els museus encara estan massa lligats a la materialitat / territorialitat en comptes d'abandonar les limitacions de la perspectiva física i aprofitar les possibilitats de la creació d'interconnexions temàtiques.

Vegem de quina manera pot acomplir aquesta funció social des d'un altre punt de vista, totalment actual. La societat tendeix a reproduir una i altra vegada les jerarquies econòmic - socials. Les distincions econòmiques del capitalisme anterior s'estan adaptant a la Societat de la Informació i actualment es formen dues classes cada cop més separades (Falk i Dierking, 2000: 216): per una banda hi ha els/les qui estan ben (in)formats, que cerquen més informació i disposen de recursos per obtenir-la, que tenen temps per a l'oci i que tradicionalment han recolzat el museu perquè legitimava la seva visió del món, però pels/per les quals els museus han de competir dins un mercat de l'oci cada cop més saturat; de l'altra, es troba una massa social poc (in)formada, que té pocs ingressos i que es mira el museu amb desencant i sovint cinisme perquè tradicionalment no s'ha sentit representada per ell. Els museus necessiten les dues comunitats per la seva supervivència a llarg termini i treballen per generar una major demanda en aquest darrer sector. Però les necessitats i estratègies per competir per aquests dos grups són divergents i el temps i els diners de què disposen els museus estan cada cop més fragmentats (Falk i Dierking, 2000: 216).

Precisament per les capacitats de satisfer públics, interessos i estils d'aprenentatge molt diversos, els museus poden trencar aquesta tendència bipolar: és una de les seves funcions socials. I estan ben situats per aconseguir-ho, ja que són populars i respectats, reben un suport econòmic i comunitari sense precedents i, en tercer lloc, posseeixen un fons preexistent i saben com representar aquests objectes reals i el coneixement associat de manera divertida i convincent (Falk i Dierking, 2000: 233). El problema és que tenen una necessitat creixent de subvencions quan són entitats sense ànim de lucre, els manca una visió global del seu paper dins les infraestructures educatives generals i, sobretot, el

mercat de l'oci es transforma ràpidament com a conseqüència de la competitivitat (Falk i Dierking, 2000: 233). Una de les solucions es troba, segons diversos autors en el paper de la comunitat. Per "comunitat" s'entén el grup de persones que consideren que tenen alguna cosa significativa en comú, com ara la llengua, la ubicació geogràfica, una especialitat productiva, etc. (O'Neil, 1991: 19). Tal com afirma Jocelyn Dodd (Dodd, 1994: 304), un dels problemes fonamentals amb què s'enfronten els museus des del moment que deixen de centrar la seva atenció en la col·lecció i es giren cap a la societat, és com satisfer les demandes i necessitats d'un públic que és molt divers i, a sobre, canvia ràpidament.

La solució passa per dos canvis d'orientació. El primer, no pensar les exposicions per a un públic general, abstracte –com fan els museus estatals (O'Neil, 1991: 22)–, sinó per a grups concrets (Dodd, 1994: 305) perquè, de totes maneres la gent que visita el museu no és representativa de tota la societat, sinó que normalment hi va un sector concret que se sent identificat amb els valors subjacents (O'Neil, 1991: 19). Per això, el segon canvi d'orientació és conèixer els grups amb tot detall⁷¹ o, millor encara, treballar amb aquestes persones, cedir-los la paraula perquè presentin els seus interessos⁷², necessitats i punts de vista, és a dir, que participin en la construcció del museu i s'expressin a través d'ell (Dodd, 1994: 305; O'Neil, 1991: 25-29). D'aquesta manera, el museu aconsegueix dues funcions (O'Neil, 1991: 22): una d'interna, cohesionar el grup, reforçar el sentiment de pertinença; i una d'externa, donar-lo a conèixer, juntament amb les seves característiques i activitats, perquè no desaparegui, i així també es reforça la seva identitat des de fora.

Malauradament, el desenvolupament d'aquesta nova concepció de museu més popular –en els dos sentits de la paraula–, és percebuda negativament pel museu tradicional, orientat a la conservació de les col·leccions i amb una base acadèmica, perquè cadascuna representa una concepció molt diferent de la institució, que es considera la veritable i, per aquest motiu, incompatible amb la contrària. Malgrat que les dues postures no són irreconciliables, els museus estan normalment dominats per una o altra i s'ataquen des de les postures extremes: els uns són titllats d'obscurantistes i elitistes; i els altres de vulgaritzar el Patrimoni i convertir-lo en un parc temàtic (O'Neil, 1991: 20). Tanmateix, als grans museus tradicionals els costa més adaptar-se a la contínua aparició de noves demandes –per raons d'artrosi infraestructural i ideològica– i per això es creen nous tipus de museu que cobreixin els nous dominis de coneixement o les noves problemàtiques que sorgeixen durant el desenvolupament històric de la societat (O'Neil, 1991: 21). En el fons, no és que els museus o la disciplina estiguin *per se* mal plantejats, sinó que estaven pensats per les necessitats i les concepcions pròpies del s. XIX i el fet d'estar tan estretament vinculats amb la societat, que és una entitat dinàmica, exigeix una reestructuració constant.

Així doncs, empès per tots aquells factors a què m'he referit en la introducció, el museu actual constitueix un espai social perquè s'obre expressament de cara al públic, com a entorn en què un conjunt d'objectes produïts per una o diverses societats es

⁷¹ Estudiant-ne les característiques demogràfiques generals; els interessos, sentiments, personalitats, etc.; tenint en compte l'accessibilitat geogràfica; preveient els interessos dels grups potencials; i, sobretot, essent conscient que les característiques canvien al llarg del temps i, per tant, cal revisar les dades periòdicament i tenir una política expositiva molt flexible (O'Neil, 1991: 25-28).

⁷² Això també implica deixar de presentar temes hiperespecialitzats que només interessin a l'acadèmia, per passar a tractar problemàtiques actuals, que siguin realment rellevants per al públic.

relacionen entre ells i amb el públic visitant per compartir un missatge d'interès actual. Tenint en compte que, darrerament, el museu ha ampliat les seves funcions i no només es caracteritza per l'exhibició d'una col·lecció permanent, sinó que també integra la recerca, la presència d'exposicions itinerants i inclou altres serveis que el configuren com a espai d'oci de primer ordre, podem concloure que el museu juga una funció social a diversos nivells i que, actualment s'està convertint en un espai de trobada, un punt de referència cultural i un node informatiu dins la societat de les TIC. I, gràcies a la seva integració de les característiques de les telecomunicacions i els ordinadors, les TIC poden contribuir a aquesta realitat de dues maneres. La primera, com a element que facilita la comunicació entre la institució i, no pas els diferents sectors de públic com fins ara, sinó cadascun dels i les visitants a través de la personalització. I, la segona, mitjançant la seva capacitat de contenir discursos diferents en poc espai, amb la qual cosa permet realitzar lectures diferents sobre una mateixa col·lecció. Ambdues possibilitats són avantatjoses per al museu perquè ofereixen una adaptació barata i flexible –permanentment renovable– a les demandes del públic actual. Finalment, una darrera contribució, que he presentat al principi d'aquesta secció, és la possibilitat d'integrar el local i l'universal per tal que les comunitats no perdin el contacte amb la resta de les cultures i es puguin tornar els objectes espoliats als seus territoris originals, en relació amb els quals s'haurien d'estudiar i comprendre.

I.3.4. Funció comunicativa de l'exposició

En aquest apartat parlarem de com es produeix aquest “diàleg” –recordeu l'equació presentada a la introducció– al nivell més bàsic. La base de tots les funcions que desenvolupa el museu és la comunicació: sense una comunicació efectiva, els museus no tenen sentit (Hooper-Greenhill, 1994a: 134). Un acte de comunicació és aquell que està dirigit a produir un efecte en una altra persona o persones –si no és així, estem parlant de funció expressiva més que no pas comunicativa– i també a reforçar de cara a nosaltres mateixos/es la nostra pròpia identitat (Hooper-Greenhill, 1998: 60; Morgan i Welton, 1994: 27, 32). La problemàtica de la comunicació apareix en el moment que els museus deixen d'estar enfocats a la conservació de les col·leccions i es giren cap als interessos del públic: això els obliga a cerca noves formes de comunicació per arribar a tots els sectors socials (Hooper-Greenhill, 1994a: 134). En totes les exposicions existeix sovint un element subjectiu: l'exposició tradicional es pot considerar un acte d'expressió per part de la conservadora o conservador del museu, que es comunicarà amb aquelles persones que comparteixin la seva subjectivitat, interessos o formes d'expressió; l'exposició actual és un acte d'expressió per part de la comunitat, que s'hi mostra i defineix la seva identitat. Atès que aquesta és la missió de les exposicions, explicar la comunicació equival a explicar com es concep l'exposició.

El museu està format per diferents departaments, cadascun dels quals aconsegueix una de les diferents missions que ha estat assignada a tota la institució en conjunt. Mentre que la conservació, estudi i funció social general l'aconsegueix el museu en conjunt, la funció comunicativa –i, més concretament l'educativa– es duu a terme en o a través de l'exposició. Per això aquesta secció i la següent ja no parlen de la funció del museu sinó de la de l'exposició. El museu és una realitat històrica que interactua dins la dinàmica social i que en aquest procés és percebut, genera una imatge. L'exposició és l'espai de contacte entre el públic i la institució i, per tant, és qui proporciona les imatges del museu que la societat es forma (García Blanco, 1999: 53). Així doncs, l'exposició

segueix essent la manifestació més important del museu en relació amb la seva influència en la col·lectivitat i per això encara avui es pot afirmar que reflecteix la concepció que cada museu té d'ell mateix⁷³ (García Blanco, 1999: 53; Pearce, 1992: 136). I és també per aquest motiu que sovint s'empren –com ara en aquest treball– les paraules “museu” i “exposició” com a sinònims.

Això no obstant, tot i haver nascut estretament vinculada al museu, la funció expositiva és tan important, que funciona autònomament (García Blanco, 1999: 57). Tant és així, que cada cop és més habitual organitzar exposicions fora o sense el museu, per exemple al metro, a la universitat, o exposicions ambulants. Un dels elements que més ha influït en aquesta progressiva desvinculació funcional entre el museu i el seu mitjà de comunicació és el desenvolupament de les exposicions temporals durant la segona meitat del s. XX, primer als EUA i posteriorment a Europa, amb l'objectiu de transmetre un missatge o un nou coneixement a un públic ampli, però també com a conseqüència de la necessitat de finançament (García Blanco, 1999: 57-58). Val a dir que la creació de les exposicions temporals també té una base ideològica. L'exposició tradicional era una exposició permanent perquè estava dirigida a mostrar una veritat immutable, les fites evolutives de la humanitat i també perquè estava totalment identificada amb la funció conservadora i classificadora del museu. En canvi, l'exposició actual és el resultat del pensament postmodern, que posa en dubte les grans “metanarracions” de la història i valora les petites anècdotes quotidianes com a única forma d'explicar i donar sentit a l'existència del nostre món. Per aquest motiu, el museu no es considera una institució intemporal sinó que és un element més del context actual, que només pot ser entès en relació amb aquest, i que produeix exposicions temporals, que no són altra cosa que noves interpretacions a partir de la cultura material (Hernández Hernández, 1998: 28).

Per tant, una exposició és un mitjà de comunicació, que posa en contacte el públic amb un contingut científic, sensible i emocional. Per comprendre el significat d'aquest concepte en el cas del museu, podem recórrer a la definició d'Ángela García Blanco (García Blanco, 1999: 67):

“Los medios de comunicación se caracterizan por su carácter mediador, es decir, son instrumentos artificiales interpuestos en la comunicación, haciendo que se altere la forma natural de percibir e interpretar la realidad en beneficio de la percepción e interpretación prevista. Cuando la comunicación tiene como objetivo divulgar la ciencia o dar a conocer una reflexión discursiva, la mediación se hace necesaria para traducir la ciencia y ponerla al alcance de los profanos.”

Segons aquest punt de vista, l'exposició es presenta com a mediadora necessària del discurs científic, perquè els coneixements especialitzats estiguin a l'abast de la societat i aquesta en disposi de la manera que més li convingui. Tanmateix, l'exposició és diferent d'un llibre, la televisió, etc. perquè es tracta d'una experiència que involucra tots els sentits a través de diferents recursos comunicatius –imatges, olors, text, interacció–, que

⁷³ Ángela García Blanco les categoritza a través de conceptes - imatge i distingeix entre (García Blanco, 1999: 55-57): museu - panteó, que es dedica únicament a la conservació del Patrimoni; museu - temple, que mostra els objectes perquè siguin contemplats i admirats; museu - escola, que es limita a transmetre un coneixement; museu - fòrum, que provoca i estimula perquè el/la visitant descobreixi i participi en la construcció del coneixement; museu - laboratori, que investiga i convida el/la visitant a afegir-se a aquest procés; i, encara hi hauria una altra categoria, el museu - atracció, que té una concepció essencialment lúdica i la participació del públic està orientada a la diversió més que no pas a la informació.

permet diferents nivells de lectura i que adapta el seu discurs a les necessitats o expectatives del públic. Així doncs, tota l'exposició constitueix un mitjà complex que expressa un discurs tancat i coherent (García Blanco, 1999: 67) i que crea una relació molt més directa entre els agents de la comunicació. Precisament, la filosofia subjacent a qualsevol tipus d'exposició és que el coneixement s'obté gràcies a la contemplació directa de la realitat interpretada prèviament i, per aquest motiu, s'intenta que el context sigui cada cop menys artificial (Pearce, 1992: 139). Tornant a la qüestió, en funció de tots aquests elements, és a dir, del tema, de l'estructura conceptual, dels objectius, del disseny espacial, del paper atorgat al/a la visitant, de la informació complementària, etc. es pot establir una tipologia per classificar les exposicions.

La més general té a veure amb la intencionalitat comunicativa, que determina diferents estratègies expositives en funció d'aquest objectiu. Jean Davallon (Davallon, 1989: 56) defineix com a estratègia de comunicació el conjunt d'operacions relacionades tant amb el tractament del discurs o el contingut de l'exposició com amb la seva projecció espacial que, per la manera com es duen a terme, poden assegurar la recepció del coneixement científic per part del/de la visitant. Aquest tipus de classificació també implica l'estatus de l'objecte. Es poden distingir quatre tipus [(Belcher, 1991; Davallon, 1989; Hall, 1987) citats a (García Blanco, 1999: 62-64)]:

- **Estètica:** consisteix en la simple presentació dels objectes al públic i per això posa en marxa estratègies perquè aquest els contempli. Hi ha poca informació per no distreure de l'admiració dels valors artístics.
- **Pedagògica, comunicativa o didàctica:** té com a objectiu la transmissió del coneixement, per això adopta estratègies orientades a garantir la comprensió. Com que els objectes no són suficients, utilitza recursos complementaris, especialment, el text.
- **Lúdica o evocativa:** consisteix en la creació d'un espai fictici al qual es trasllada el/la visitant i se'l/se la converteix en actor/actriu. Això demana la combinació de diversos recursos per aconseguir aquest efecte d'espectacle immersiu, que proporciona una comprensió emocional, empàtica.
- **Entreteniment:** només pretén entretenir i divertir i per això posa en marxa qualsevol recurs que pugui aconseguir aquest resultat.

Una altra classificació es basa en l'estatus epistemològic atorgat a l'objecte i, en menor mesura, l'estratègia expositiva i la concepció del visitant (García Blanco, 1999: 60, 61). Va ser plantejada per Jean Davallon [(Davallon, 1992), citat a (García Blanco, 1999: 60-62; Hernández Hernández, 1998: 67, 197, 260-261)] que distingia tres grans concepcions:

- **Museologia de l'objecte:** selecciona i exposa objectes en un espai segons un discurs que es manté ocult. L'organització estructural es molt simple i consisteix en la successió ordenada d'objectes. Les peces es seleccionen pel seu valor individual o com a representació de la seva categoria. Es dona per suposat que el/la visitant és una persona informada. caracteritza els museus tradicionals d'Arqueologia, d'Art, d'Antropologia i d'Història natural, és a dir, totes aquelles

exposicions que es basen en la presentació d'objectes i que comuniquen el seu missatge a través de la relació entre ells

- **Museologia de la idea:** no significa que no hi hagi objectes sinó que els empram per explicar una cosa en relació a la qual són rellevants. Els objectes són portadors d'idees i a través de la seva disposició es construeix el contingut conceptual de l'exposició. Per això es seleccionen en funció de la idea que es vol transmetre. Però el missatge no depèn únicament d'ells, sinó que es disposa d'altres mitjans de comunicació complementaris, que expliciten el contingut de l'exposició perquè tothom el rebi i l'interpreti. A diferència del primer tipus, aquí el/la visitant no necessita coneixements previs perquè el museu li facilita les informacions i les claus per comprendre-les i és per aquest motiu que, a mesura que les concepcions pedagògiques constructivistes han anat impregnant l'àmbit museogràfic, els museus han anat adquirint aquesta nova forma i, consegüentment, han generat un efecte de democratització del coneixement i de diversificació dels sectors potencials de públic. És un model expositiu tradicionalment associat als museus científics i tecnològics però, avui dia, podem afirmar que també és el model predominant en Arqueologia i permet una difusió molt més diversificada i profunda del Patrimoni, que situa el museu al mateix nivell que altres ofertes de tipus cultural.
- **Museologia del punt de vista:** sorgeix com a conseqüència de les crítiques adreçades als paradigmes anteriors. Aquestes crítiques són principalment de dos tipus: en primer lloc, es retreu el manteniment del paper passiu del/de la visitant, que es limita a recollir les informacions que el museu li transmet; en segon lloc, es subratlla el fet que, tant en un cas com en l'altre, els objectes estan descontextualitzats i això elimina bona part del seu poder significatiu. Per tant, cal considerar el/la visitant no pas com una cosa aliena sinó com un element actiu dins el procés de construcció del discurs i una forma de donar-li aquest poder és que comparteixi els mitjans de coneixement que fa servir l'exposició. Per altra banda, es considera que la millor manera d'entrar en aquest món ja no és el contacte amb els objectes sinó la integració en el context real que els conté perquè en realitat és aquest qui està carregat de significats veritables. La idea és que l'equip de disseny s'ha de dedicar a preparar una escenificació perquè les persones explorin lliurement aquest espai i construeixin els seus propis significats a través de tots els sentits i no pas a partir d'una aproximació artificial, purament conceptual. És així com sorgeixen els conceptes de jaciment musealitzat, ecomuseu, exposicions espectacle o visites teatralitzades, que tant d'èxit estan tenint actualment.

Si pensem en les característiques de les TIC des d'aquest punt de vista, podem dir que la seva virtualitat imposa una desaparició de la materialitat de l'objecte i un èmfasi en l'aspecte comunicatiu que lliguen perfectament i reforcen, en primer lloc, la museologia de la idea, perquè en el Multimèdia l'important són els coneixements i les imatges els il·lustren; i, en segon lloc, la museologia del punt de vista perquè emfasitzen, tant l'hipertext com la RV, el paper actiu de la usuària o l'usuari a través del seu caràcter interactiu.

Un tercer tipus de classificació possible és el que es centra en la reacció dels visitants (Belcher, 1991: 59; Hall, 1987: 25), citats a (García Blanco, 1999: 64). Les exposicions poden ser de dues grans menes:

- **Actives:** aquelles que demanen un cert grau d'implicació per part del públic per tal que el missatge pugui ser apreciat. En aquesta categoria es poden distingir quatre subtipus, segons el tipus de relació que s'estableixi: les **interactives** impliquen establir un diàleg amb un ordinador; les **de resposta** són aquelles en què es produeix una resposta automàtica a l'arribada del/de la visitant; les **dinàmiques**, les posa en marxa el/la visitant; i, finalment, en les **participatives**, el/la visitant s'hi implica no només a través de mitjans tecnològics o mecànics sinó tocant, fent i olorant.
- **Passives:** quan no tenen cap d'aquests recursos.

Malgrat que és interessant i necessari establir una tipologia en base a un gradació qualitativa i quantitativa de la relació establerta entre l'exposició i el públic, crec que aquesta proposta té dos problemes. El primer, que s'associa la interacció amb la presència de recursos tecnològics quan aquest terme serveix o hauria de servir per designar de manera general qualsevol intercanvi actiu amb l'exposició, de la mateixa manera que la "participació" tant es troba en la navegació dins un multimèdia, com en la simple acció de petjar botons, com en un "*hands-on*". El segon problema és que totes aquestes categories reflecteixen una concepció molt conductista del procés, no es tenen en compte els processos cognitius. Per això una altra forma més adequada de classificar les exposicions és a través del concepte de "*user - languages*", desenvolupat per James Bradburne, que posa més èmfasi en el paper atorgat al/a la visitant. El director del *Museum für Angewandte Kunst* de Frankfurt considera que la interactivitat, aquest recurs comunicatiu propi de les noves tendències museogràfiques, no és una propietat inherent a l'exposició sinó una actitud del visitant, facilitada pel disseny general de l'exposició (Bradburne, 2002: 3). Per aquest motiu, distingeix (Bradburne, 2002: 7-11) cinc llenguatges diferents:

- **El llenguatge de l'autoritat:** pròpia de les exposicions tradicionals, aquí la interpretació només té una dimensió, la que presenta el museu des de la seva posició com a expert i detentor del coneixement. El mitjà habitual de comunicació és el text i la disposició d'objectes en vitrines. Però això no significa que el text per ell mateix generi activitat o passivitat, sinó que són els continguts els que estableixen una relació basada en l'autoritat i limiten totalment allò que el/la visitant veu, pensa i fa.
- **El llenguatge de l'observació:** és el més habitual en els museus de Ciència; en aquest cas el/la visitant és considerat/da un/a observador/a i se li atorga la possibilitat de ser la seva pròpia autoritat. Encara que puguin semblar molt interactius, no passen de la simple observació perquè el museu guia totalment què s'ha de fer i on s'ha de mirar per arribar a les conclusions preestablertes per ell.
- **El llenguatge de les variables:** és una extensió de l'anterior i marca l'emergència del museu modern perquè confereix al/a la visitant l'habilitat de veure, a més, les relacions invisibles entre les coses a través de la comparació,

l'experiment, la comprovació. Els museus de Ciències el fan servir sovint, quan proposen agrupar diferents observacions en una conclusió general. Però encara és poc interactiu perquè el museu segueix decidint quin és el paper que ha d'adoptar el/la visitant.

- **El llenguatge dels problemes:** en canvi, aquest és el primer que atorga a les persones el poder d'actuar, de decidir què volen fer i el paper del museu és recolzar-les. Normalment, aquesta activitat adopta la forma de reptes que cal resoldre i, per tant, situa el/la visitant com a agent actiu, que decideix, a través de les seves accions, quin serà el significat final del missatge. I no necessita com a condició exclusiva la presència de recursos manipulables, sinó que el text també hi contribueix, a través de continguts que plantegin preguntes per estimular intel·lectualment els/les visitants.
- **El llenguatge dels jocs:** converteix l'acció en una condició indispensable i, a més, necessita la presència d'altres persones perquè, sense un mínim de dos participants, no hi pot haver joc. És el més proper a la idea que tenen alguns autors de la naturalesa ideal de l'experiència al museu –una “experiència fluïda” (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995), com veurem a l'apartat dedicat a “La RV i els models d'aprenentatge al museu”– perquè presenta uns objectius definits i permet assolir-los de manera divertida, segons les necessitats, capacitats i interessos de cadascú.

Encara es pot esmentar una darrera classificació, realitzada per Ángela García Blanco perquè considera que les tipologies proposades des de la perspectiva més general, la de la intencionalitat comunicativa són poc exhaustives. Així doncs, proposa tres grans tipus d'exposició:

- **Contemplativa:** correspon a la funció estètica dels autors anteriors, associada també a la museologia de l'objecte de Jean Davallon (Davallon, 1992), perquè el més important són els objectes i es considera que la millor manera d'apropar-s'hi és la contemplació del seu valor estètic - artístic o bé científic. És un tipus de museu elitista, pensat per a gent que domina aquest codi de lectura, en què les peces es seleccionen atenent a la bellesa i antiguitat o valor científic, exclouent altres significats culturals. No només estan descontextualitzats, sinó que tampoc no formen cap discurs coherent dins l'exposició –malgrat que sovint es col·loquin molt a prop els uns dels altres– i cada objecte comença i acaba en ell mateix. Són, per tant, museus que es consideren temples de l'Art o la Ciència i adopten una actitud distant, d'espai sacralitzat que ha d'infondre respecte al públic general (García Blanco, 1988: 59-61; 1999: 64).
- **Informativa:** correspon a la funció didàctica, pedagògica o comunicativa dels autors anteriors. García Blanco considera que aquests termes són poc apropiats perquè “pedagògica” posseeix massa connotacions escolars; “comunicativa” és massa general” i “didàctica” no s'ajusta a allò que fa realment aquest tipus d'exposició (García Blanco, 1999: 65), ja que únicament pretén transmetre uns coneixements o interpretacions que el museu posseeix sobre les seves col·leccions. A diferència de l'anterior, aquí els objectes sí que estan relacionats i ho fan seguint la lògica d'un missatge establert prèviament pel museu. Per tant, les peces no es valoren aïlladament, sinó que es té en compte el tema, la

importància científica i la seva situació dins el context expositiu. Coincideix amb la “museologia de la idea” de Jean Davallon (Davallon, 1992), exposada anteriorment. La informació es transmet visualment, seguint un discurs sistemàtic, lineal, que es va articulant a través dels objectes. Malauradament, el museu no explicita aquest criteri associatiu i per aquest motiu el públic no pot entendre la funció real dels objectes, és a dir, la seva relació fonamental amb el missatge, per la qual cosa l'exposició s'apropa més a un text il·lustrat, que no pas a una experiència museística pròpiament dita (García Blanco, 1988: 61-62). Tanmateix, l'avantatge respecte del museu anterior és que hi ha la voluntat d'establir una relació comunicativa amb el públic, però encara se'l considera un receptor passiu, que es limita a integrar totes les dades que el museu ofereix sense cap participació intel·lectual crítica o creativa (García Blanco, 1988: 63). És, per tant, una comunicació unidireccional en què el museu determina totes les informacions, actituds i apreciacions sobre els objectes.

- **Didàctica:** l'exposició no es limita a transmetre coneixements factuais, sinó que ensenya a aprendre a partir de la interpretació i valoració conjunta de la cultura material (García Blanco, 1988: 64). Per aconseguir-ho ha de posar a disposició del públic un seguit de mediadors comunicatius que l'ajudin a entendre la interpretació resultant de les recerques conduïdes per l'Arqueologia acadèmica, però també a construir el seu propi discurs o meta - discurs sobre l'exposició. I això s'aconsegueix situant el/la visitant al mateix nivell que el museu, compartint amb ell/ella els recursos intel·lectuals i ensenyant-li com servir-se'n, és a dir, ensenyant-li la metodologia de les disciplines històriques. Per tant, un museu didàctic s'assembla formalment a l'anterior, però amb la diferència que s'expliciten els criteris expositius (García Blanco, 1988: 65). Aquest darrer tipus correspondria a la “museologia del punt de vista” de Jean Davallon (Davallon, 1992) perquè els objectes són concebuts com a fonts primàries i es posen en joc estratègies comunicatives per elaborar interpretacions personals (García Blanco, 1999: 65).

El problema de totes aquestes classificacions és que són diferents segons en quin element es posi l'èmfasi però, tot i amb això, es superposen parcialment. La causa, segons Àngela García Blanco (García Blanco, 1999: 65), és de tipus metodològic: falta una definició clara de quines són les operacions que constitueixen allò que s'anomena estratègia comunicativa (o expositiva) i establir amb precisió els criteris de classificació.

Una possible solució és analitzar els processos que es produeixen durant la visita al nivell més bàsic. Si la visita al museu es pot entendre com un procés de comunicació, és susceptible de ser analitzada sota una perspectiva comunicativa. El disseny educatiu de moltes exposicions està inspirat en les diferents adaptacions de la teoria matemàtica de Shannon sobre la transmissió d'informació. Aquest model el va introduir per primera vegada al museu Duncan Cameron [(Cameron, 1968) citat a (Hooper-Greenhill, 1994b: 22; 1998; Morgan i Welton, 1994: 30)] a finals dels anys 60 i va transformar la concepció tant de l'exposició i el paper dels objectes com del paper del/de la visitant (Hooper-Greenhill, 1994b; 1998: 69). En general s'assumia que l'equip comissari enviava un missatge al públic receptor a través del disseny de l'exposició i que hi havia diferents factors que podien millorar o interferir en el procés. Així doncs, l'esquema quedava de la següent manera (Hooper-Greenhill, 1998: 63-64): la font era l'equip de l'exposició; l'emissora, l'exposició; els canals de comunicació, els objectes, els textos i

els esdeveniments; els receptors i receptores, els/les visitants; el destí final, la comprensió del missatge per part d'aquests i aquestes; el soroll, la fatiga, l'excés de gent a la sala, les obres o la mala qualitat dels mètodes expositius.

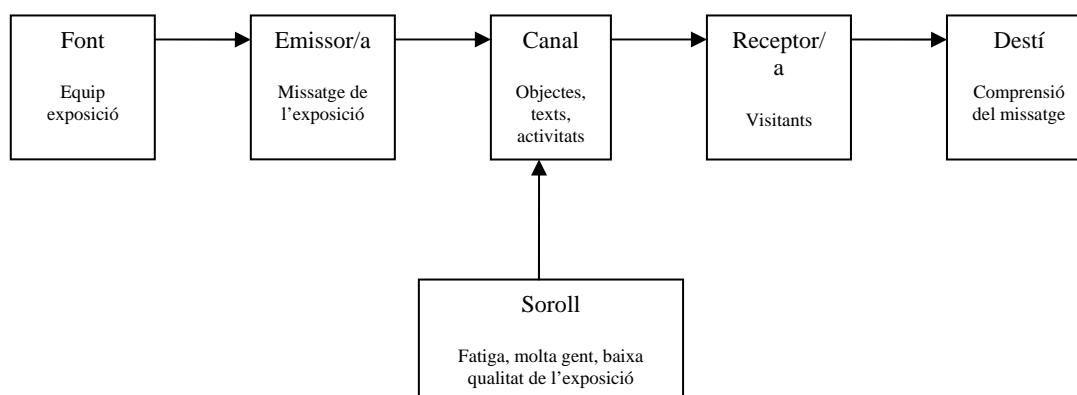


Figura 6: model general de comunicació, tal com el van plantejar Shannon i Weaver. A partir de (Hooper-Greenhill, 1998: 63)

Duncan Cameron va aplicar el model matemàtic gairebé sense variacions però considerava que en un museu hi havia molts emissors, molts receptors i molts mitjans, entre els quals els objectes eren els més importants (Hooper-Greenhill, 1998: 69). Tanmateix, Knez i Wright [(Knez i Wright, 1970), citats a (Hooper-Greenhill, 1998: 70)] no estaven d'acord amb la importància general atorgada als objectes i consideraven que calia distingir dos tipus de museus: els que consideraven els símbols verbals com a element fonamental, com per exemple els científics, i aquells en què aquesta posició l'ocupaven els objectes, com ara els d'Art. Segons aquests autors, la funció bàsica de comunicació dels museus, si més no els de ciència, era presentar idees i no pas objectes.

Això no obstant, la proposta de Knez i Wright seguia partint del principi que el missatge viatjava en una única direcció. El model senzill de comunicació ha rebut moltes crítiques precisament perquè proposa una visió totalment lineal de la comunicació i situa el/la receptor/a com a element totalment passiu (Hooper-Greenhill, 1998: 71): és el que alguns autors (Morgan i Welton, 1994: 30, 32) han anomenat el “model de comunicació de la diana”, perquè es tracta de “disparar” un missatge i intentar encertar el centre. Un avantatge d'aquest model és que, com que identifica molt clarament cadascun dels components, permet treballar independentment en cadascun d'ells per millorar-lo (Morgan i Welton, 1994: 31). Però, atès que, en qualsevol cas, l'exposició només tindrà èxit si el missatge es rep correctament, cal introduir algun element extern que permeti verificar-ho. Aquesta funció correspon a la “retroalimentació”, per la qual emissor/a i receptor/a es comuniquen i el/la primer/a pot modificar el seu missatge en funció de les informacions que li arribin del/de la segon/a (García Blanco, 1999: 66; Hooper-Greenhill, 1994b: 22-23; 1998: 67). La introducció d'aquest nou element modifica tot el procés de comunicació perquè es trenca la linealitat: atès que el/la receptor/a influeix també en el missatge i ho pot fer cada vegada que entra en contacte amb ell, el missatge es modifica progressivament i el procés de comunicació acaba essent circular en lloc de lineal (Hooper-Greenhill, 1998: 68).

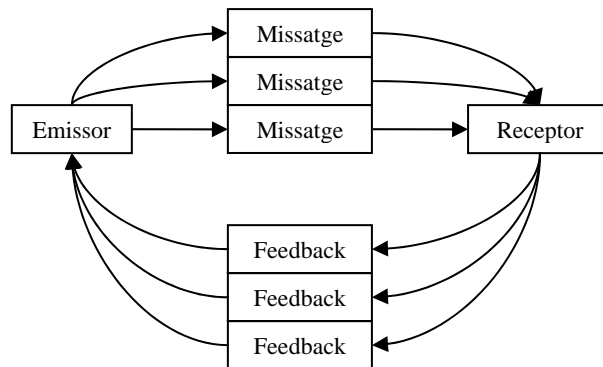
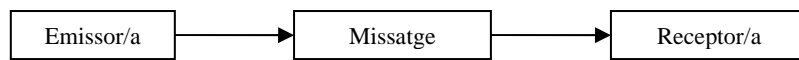


Figura 7: transformació del model senzill de comunicació en el moment que es considera l'emissor/a com a element actiu (Hooper-Greenhill, 1998: 68).

Els estudis de públic també van demostrar que aquest model era massa simplista perquè suggeria que la comunicació es limitava a la transmissió d'un missatge d'una part a una altra i, fins i tot en el cas de les exposicions tradicionals, que semblen acollir-se a aquest model, tendien a negligir el fet que l'aprenentatge pot dependre dels coneixements previs i interessos de les persones, així com de les relacions socials establertes entre elles (Hooper-Greenhill, 1998: 65). Com a resultat es van desenvolupar un seguit de models alternatius, caracteritzats pel fet de ser més globals, de tenir en compte la diversitat individual del públic i d'intentar proporcionar-los les eines adequades per dur a terme un procés personal de construcció del coneixement (Falk i Dierking, 2000; Hooper-Greenhill, 1994b). El primer model és el de la xarxa de contactes, que es basa en les formes de comunicació que de vegades es troben en les famílies o grups d'amics i amigues, en què tots/es interaccionen amb tots/es, sense que s'estableixi cap jerarquia (Hooper-Greenhill, 1998: 65-66).

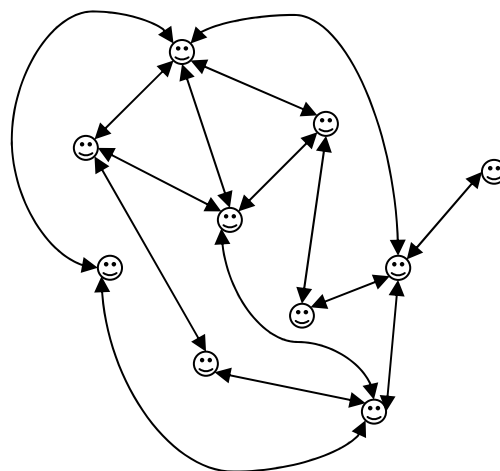


Figura 8: model de la xarxa de contactes com a alternativa al esquema de comunicació tradicional. A partir de (Hooper-Greenhill, 1998: 65).

Una altra possibilitat és el model de les cadenes jerarquizades (Hooper-Greenhill, 1998: 67), una forma de comunicació que es troba sovint en institucions oficials, inclosos els grans museus tradicionals. Es basen en el poder i l'autoritat, i la comunicació flueix de dalt cap a baix, mai a la inversa. En aquest sistema hi ha poca comunicació entre els nivells inferiors i la que hi ha es basa en la defensa de les pròpies competències. Els moderns teòrics de la gestió empresarial consideren que aquesta estructura de poder és rígida i autoritària, ruïnosa i mancada de rendibilitat i per això intenten encaminar les indústria cap a estructures més uniformes, flexibles i democràtiques.

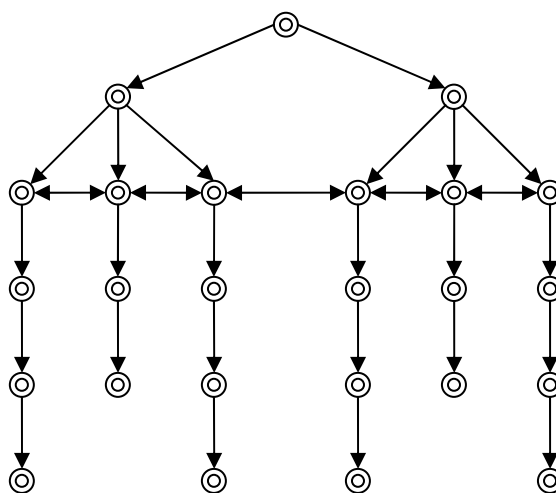


Figura 9: model de les cadenes jerarquizades com a alternativa al esquema de comunicació tradicional. A partir de (Hooper-Greenhill, 1998: 66).

Miles [(Miles, 1985), citat a (Hooper-Greenhill, 1994b: 24; 1998: 71-73)] va estudiar la influència d'aquest darrer model en l'organització interna i va assenyalar que aquesta concepció lineal del procés de comunicació es veu reflectida en les formes d'organització de les exposicions i els museus. Llavors esdevenen "institucions inhibidores", en el sentit que les persones treballen de manera independent en departaments separats sense treball d'equip i cap coordinació. El procés de construcció és lineal en el temps: la tasca d'un departament no comença fins que no ha acabat l'anterior. El canvi és difícil i sovint comporta tensions. El/la responsable de l'àrea educativa entra massa tard en el procés i no pot contribuir a la planificació; en canvi, se li exigeix que acompleixi una funció reparadora, reinterpretant l'exposició per a les persones que participen en les activitats. Qualsevol millora es basa en la intuïció, l'assaig i error, i és impossible una avaluació. La manca d'avaluació preliminar del públic fa poc probable que es produeixi una comunicació. L'avantatge del model de Miles és que proposava un model més complex i més flexible que el model tradicional senzill i lineal, que tenia en compte totes les esferes d'activitat del museu perquè s'incorporava l'avaluació i la investigació en totes les fases de construcció. I, per altra banda, també contribueix a comprendre la transmissió lineal d'informació des d'una perspectiva més social i política: en realitat, a l'origen de la comunicació es troba el/la conservador/a del museu, que decideix quin missatge vol inculcar en el públic, d'acord amb les seves pròpies concepcions del món (Hooper-Greenhill, 1994b: 24; Pastor, 2004:

51). Aquest és un factor essencial per entendre l'èxit dels museus com a mitjans de comunicació perquè no estem tractant amb màquines sinó amb entitats immerses en un context social; però, habitualment, només s'ha tingut en compte el model matemàtic tradicional, que no pot explicar la totalitat de les variables causals, i això explica part dels problemes que encara avui pateix aquesta institució a l'hora d'acomplir la seva funció social. Hi tornarem més endavant.

Actualment conviuen dos models comunicatius (Pastor, 2004: 51), un que es pot anomenar “model de comunicació de masses” i que correspon tant als museus “tradicionals” com als parcs temàtics de recent invenció⁷⁴ (Schweibenz, 1998); i un “model de comunicació interpersonal o interactiu”, que es caracteritza pel fet de tenir una orientació més didàctica. Quines són les característiques de cadascun dels dos sistemes? En el sistema de comunicació de masses (García Blanco, 1999: 68; Hooper-Greenhill, 1998: 57-59) els elements actuen des de certa distància, la comunicació és indirecta –es produeix en una sola direcció–, és insensible –impossible de modificar– i és desigual –es produeix en absència d'una de les parts–, per això és difícil estar segur que s'ha entès el missatge. Fins ara les exposicions han ofert aquest tipus de comunicació: el/la receptor/a –els/les visitants– hi és present, però l'emissor/a –l'equip que ha preparat l'exposició– està absent, per la qual cosa hi ha poques oportunitats per modificar el missatge dels objectes exposats en funció de la resposta i no es pot estar segur que els/les receptors/es d'altres cultures, segments socials, especialitats, etc. hagin entès el missatge. Tot i amb això, els mitjans de comunicació de masses –televisió, vídeo, diaris, pòsters, prospectes, publicacions– posseeixen avantatges comunicatius perquè permeten establir contacte amb un públic molt ampli, perquè aquesta relació entre allò que es transmet i els/les diversos/es receptors/ores és de tipus social⁷⁵ (García Blanco, 1999: 68-69) i també perquè proporcionen oportunitats addicionals per establir nous contactes amb segments potencials de públic.

En els sistemes de comunicació natural (Hooper-Greenhill, 1998: 58-59), en canvi, la interpretació es realitza a través de l'experiència compartida, per la qual cosa és directa, igualada i amb capacitat de resposta. Això implica que es fa possible la modificació o el desenvolupament del missatge en funció de la resposta. A més, permet que hi hagi altres formes de comunicació que la complementen –gestos, sorolls, etc. Els museus tenen la possibilitat d'aprofitar els beneficis d'aquest tipus de comunicació a través de xerrades, visites amb guia, sessions per conèixer el/la conservador/a, demostracions, manipulació d'objectes, debats i actes socials i, naturalment, a través de les TIC perquè, gràcies a les seves característiques específiques, permeten una comunicació de tipus interpersonal malgrat que el receptor és una massa social formada per sectors molt diversos i això

⁷⁴ Segons els estudis sociològics de Heiner Treinen [citat a (Schweibenz, 1998)] la gent que visita el museu es comporta com si passegés per un mercat –en què, en lloc de queviures s'ofereixen productes culturals– i els/les “venedors/es” es veuen obligats a atraure i/o mantenir la seva atenció a través d'una proposta interessant, educativa i divertida alhora. És així com, empesos per la competència sorgida actualment en el sector de l'oci, el museu s'ha adaptat agafant algunes idees comunicatives pròpies del parc temàtic

⁷⁵ En els mitjans de comunicació de masses, la transmissió del discurs es produeix sempre en un espai social perquè hi ha unes persones que estableixen unes determinades relacions entre elles i amb l'entorn que varien en funció del tipus de mitjà. Les relacions socials que s'estableixen a l'exposició són diferents de les que es poden establir, per exemple, quan es seu a casa amb la família a mirar la televisió: en el cas del museu, la comprensió o construcció dels significats es produeix, fins i tot quan la visita es fa en solitari, a partir de la interacció entre tres elements: els/les visitants, els recursos expositius i l'espai. Per això podem afirmar que l'exposició és alhora un productor i un producte (García Blanco, 1999: 69).

constitueix una nova solució a la necessitat d'un intermediari adequat entre el contingut del museu i els diversos sectors de públic.

L'aplicació a les exposicions d'aquesta perspectiva es presenta a la taula següent:

Model comunicatiu	Tipus d'audiència	Tipus de comunicació
Model de comunicació de masses	Àmplia No diferenciada Sense autoconsciència Incapaç d'actuar com a grup Passiva	Assertiva i unidireccional Emissor defineix el missatge Emissor ostenta el poder Receptor no és tingut en compte No hi ha <i>feedback</i> automàtic
Model de comunicació interpersonal	Petits grups/persones soles Diferenciada Amb autoconsciència En contacte Activa	Reactiva bidireccional Multiplicitat de mètodes Construcció compartida del significat Poder compartit equitativament Possibilitat de <i>feedback</i>

Taula 1: distinció entre l'exposició concebuda com a mitjà de comunicació de masses o com a comunicació interpersonal, adaptada a partir de (Pastor, 2004: 51).

Com he esmentat anteriorment, els diferents estudis van mostrar que la idea de la passivitat total del públic sostinguda per les teories de la comunicació de masses és errònia perquè sempre hi ha una mínima activitat per part de les persones a l'hora de descodificar el missatge (Pastor, 2004: 52). Per això, calia que el museu transformés radicalment la seva concepció del/de la receptor/a i el considerés un element actiu dins el procés comunicatiu. La conseqüència lògica d'aquest canvi és la interactivitat, l'establiment d'una relació directa d'intercanvi mutu, de construcció compartida entre emissor/a i receptor/a. Però això no és possible si es manté el model comunicatiu de masses.

És evident que aquest segon model comunicatiu exigeix un veritable esforç de disseny perquè es transmet un missatge cada cop més complex –referit a significats culturals actuals– a un públic potencialment molt heterogeni i que participa activament en la seva construcció. Això vol dir que l'exposició o el seu significat no existeix independentment del públic, sinó que el necessita per completar-se, amb la qual cosa no podem parlar d'un sinó de diversos nivells o models de comunicació (Asensio i Pol Méndez, 1996: 92). Aquesta transformació de les concepcions museològiques ha acabat posant de manifest la manca d'adequació dels museus tradicionals. En realitat, no és pas que estiguin “mal fets” sinó que estaven pensats per les demandes del context social i cultural propi del s. XIX. Avui dia, perquè un museu sigui veritablement comunicatiu ha d'acomplir un seguit de requisits bàsics, que són (Asensio i Pol Méndez, 1997):

- Accessibilitat ambiental: adequació de l'espai que conté i organitza la transmissió del coneixement.
- Accessibilitat temàtica: el tema ha de ser significatiu perquè això augmenta la motivació i la capacitat d'aprenentatge.
- Accessibilitat dels elements comunicatius: es refereix als objectes, texts, imatges, etc. que faciliten la comprensió del missatge. Aquests elements mediadors han de ser diversos però en un nombre adequat per no sobrecarregar

l'exposició, ajustats a les capacitats cognitives del públic i triats o disposats segons un criteri que sigui transparent per al públic.

De cara a assolir aquest nivell òptim de comunicació, un dels avantatges principals que té l'exposició, en comparació amb altres institucions educatives o mitjans de comunicació, és que els seus mètodes són molt variats (Hooper-Greenhill, 1998: 59). Tanmateix, com ja va evidenciar Miles, no hem de creure que la noció de comunicació es limita a l'organització d'exposicions. A més dels mètodes formals de comunicació, cal tenir en compte molts altres aspectes del museu: l'edifici, les actituds i activitats dels empleats i empleades, la gestió, la importància atorgada a la comoditat i l'orientació... Tota l'estructura del museu, que està determinada per la concepció prèvia de la institució, contribueix al procés de comunicació i a la imatge que ofereix, i aquesta afecta les percepcions i actituds del públic envers ell, que també influeixen en la recepció del missatge. Aquesta és la base de la concepció holística de la comunicació al museu, segons la qual aquesta funció es manifesta de múltiples formes i afecta totes les activitats del museu, (Hooper-Greenhill, 1998: 189-190) com ara les que serveixen per atraure els i les visitants –publicitat i màrqueting–; les que estudien les seves necessitats –investigació i avaluació–; i, finalment, les que proporcionen el material necessari per satisfer les seves necessitats intel·lectuals –educació i oci, que s'estudien junts, com a aspectes relacionats i complementaris de la realitat dels museus, perquè la diversió s'utilitza com a mètode d'ensenyament, amb plena consciència que s'aprèn millor quan és un plaer.

La idea d'una reconstrucció per part del públic posseeix implicacions molt més profundes, tal com demostra la línia d'investigació anomenada “estètica de la recepció” que, a partir de perspectives estructuralistes, semiòtiques i hermenèutiques, estudia les diferents formes de contacte entre les obres i el públic destinatari (Asensio i Pol Méndez, 1996: 94). L'estètica de la recepció defensa la idea que l'experiència sensorial - cognitiva de les obres d'art no consisteix en la simple recepció d'un missatge –que correspon a l'enfocament comunicatiu tradicional– sinó que es tracta d'un veritable procés d'interpretació personal (Asensio i Pol Méndez, 1996: 194). Aquesta realitat es pot fer extensible a qualsevol experiència museística i posa en evidència les limitacions de la interpretació comunicativa tradicional perquè subratlla el fet que, a diferència del signe lingüístic, en el signe estètic la relació entre significat no és unívoca i universal sinó que depèn de convencions extralingüístiques, personals i socials, que cada persona atribueix a l'obra (Asensio i Pol Méndez, 1996: 194). Així doncs, el procés de comunicació a l'exposició està format per una part fixa aportada per l'equip de disseny, l'objecte o l'obra i una part variable afegida pel públic visitant.

La base general d'aquesta afirmació es troba en l'adaptació de la teoria comunicativa tradicional a les activitats humanes a través de la Semiòtica. La Semiòtica estudia els signes i les pràctiques de significació i considera que qualsevol fenomen sòcio - cultural es pot analitzar com un sistema significatiu que constitueix i està constituït a través de lògiques socials més o menys implícites (Hooper-Greenhill, 1994b: 17). Per tal d'analitzar els museus des d'aquesta perspectiva, començarem establint la distinció més bàsica entre els tres àmbits implicats⁷⁶, que són la sintaxi, la semàntica i la pragmàtica, la qual ens durà a un nivell de reflexió molt més general i abstracte. La sintaxi correspon a l'estructura general del museu i els recursos expositius que es troben a la

⁷⁶ Aquesta mateixa metodologia caracteritzarà el desenvolupament de la part central d'aquest treball.

sala, perquè és a través de l'arquitectura i el disseny de l'exposició que es transmet el missatge: aquests constitueixen els elements significatius bàsics; i el tipus, les característiques físiques i l'ordre en què es disposen determinen el resultat final del procés comunicatiu. Per tant, es pot dir que la perspectiva sintàctica es correspon gairebé exactament amb la disciplina anomenada Museografia i té la peculiaritat que els elements que analitza són de naturalesa diversa (García Blanco, 1999: 70; Pearce, 1992: 137): simbòlics –llenguatge escrit i escoltat– i icònics –imatges, objectes–, que tenen la seva semiòtica pròpia; actius –interacció amb els objectes o els/les guies a través de les activitats proposades–; i espacials –perquè tots els anteriors estan continguts i construeixen el significat global en funció de la seva disposició a la sala.

Els diferents continguts que es comuniquen mitjançant tots aquests elements que actuen com a signes ens endinsen en la dimensió semàntica. La semàntica del museu s'expressa en primer lloc a través de l'edifici, que envia un missatge de caire general, relacionat amb el tipus de museu, és a dir, amb la seva imatge externa i la seva funció en relació amb la societat. Així doncs, l'arquitectura es converteix en un llenguatge simbòlic que, habitualment, permet anticipar el contingut i/o les estratègies comunicatives emprades. Per exemple, els museus artístics i arquitectònics tradicionals aprofitaven edificis antics o bé en construïen de nous però sempre amb un regust de sumptuositat i magnificència clàssica, per tal d'emfasitzar la grandesa i el valor estètic o històric de les obres exposades (Hernández Hernández, 1998: 25, 30). En aquest cas, l'espai museístic es converteix en un contenidor tancat i l'estil arquitectònic imposa una distància que determina l'actitud –passiva, contemplativa– del/de la visitant. En canvi, els museus d'Art modern acostumen a establir-se en edificis dissenyats expressament per arquitectes actuals de renom, amb la qual cosa es subratlla el seu paper avantgardista i la seva estreta relació amb el món actual. En aquest cas, es tracta d'un espai obert, en què el/la visitant es mou lliurement i no està tan condicionat per l'espai arquitectònic (Hernández Hernández, 1998: 27), com tampoc no ho està el disseny expositiu, que canvia en funció de les necessitats de les exposicions temporals. Per tant, el museu entra plenament en la concepció postmoderna a què feia referència anteriorment, ja que fins i tot l'espai arquitectònic es transforma per fer un nou museu cada vegada.

Però la semàntica del museu s'expressa amb plenitud a l'interior de l'edifici, a través del disseny museogràfic posat al servei d'un discurs. És en aquest nivell on el museu posa en joc tots els seus recursos semàntics –com deia, la museografia no és sinó la disciplina que s'ocupa de la semiòtica museística– per tal de transmetre un missatge. Aquests recursos acostumen a ser de tipus icònic (Hernández Hernández, 1998: 32) però també auditius i, cada cop més, interactius. La comprensió de l'exposició es realitza a dos nivells. El primer és l'específic, que es produeix a través de la lectura dels textos, la interpretació de les imatges, l'observació dels objectes, la comprensió empàtica o activa, el seguiment de les senyalitzacions i altres recursos orientadors, i un darrer element que no s'acostuma a tenir en compte, la consciència de l'actitud i les activitats dels i les altres visitants, l'intercanvi amb ells/elles i la interacció dins el propi grup, ja que la visita és una experiència essencialment social. Aquestes són unitats de significat autònomes. Per altra banda hi ha el nivell de significat general, que és aquell que es produeix a través de la disposició espacial dels elements anteriors i el recorregut dins la sala. Una prova de la importància de la dimensió espacial per la comprensió del missatge és la comprovació en una exposició al Regne Unit que l'èxit comunicatiu d'un

dispositiu interactiu d'allò més elemental depenia del costat des del qual els/les visitants s'hi aproximaven (Heath i vom Lehn, 2002).

Com deia, en els museus els missatges es transmeten mitjançant una combinació de paraules, imatges i objectes. Ja que he dedicat una secció sencera al paper dels objectes, alguns capítols a les imatges i una tesi a les TIC, aturem-nos un moment a parlar del llenguatge. Els museus estan tant relacionats amb els objectes com amb les paraules malgrat que, tradicionalment, i encara sovint avui dia, la importància dels primers anul·lava la funció de les segones (Hooper-Greenhill, 1998: 157). El llenguatge té la funció de construir i delimitar les idees, els conceptes i les imatges mentals. Mitjançant el llenguatge es mantenen i reproduïxen les jerarquies socials. No només anomenen, les paraules també evocuen associacions, formes, percepcions, indiquen valor i creen dissenys. Les paraules creen relacions de poder i fonamenten les inclusions i les exclusions. A més d'aquesta funció denotativa, els textos estan situats en un entorn i, per tant, també acompleixen unes funcions en relació amb aquest: dividir i controlar l'espai, modificar el ritme i la manera de recórrer l'exposició, i proporcionar informació sobre com utilitzar-lo (Hooper-Greenhill, 1998: 182). I també posseeix una funció connotativa. Malgrat que s'ha afirmat que només les imatges i sobretot els objectes són susceptibles de rebre molts significats possibles, el llenguatge verbal també té un cert grau d'ambigüïtat: no només crea una visió del món a través d'allò que es diu i com es diu, sinó també a través d'allò que no es diu. Els silencis i omissions en el discurs revelen valors, opinions, certeses i actituds. El problema general de l'ús de textos a l'exposició és que s'ha passat d'un extrem a l'oposat, és a dir, de la simple presentació d'etiquetes a convertir les sales en un llibre. Potser per aquest excés de text –entre d'altres raons– i tal com han demostrat reiteradament diversos estudis de públic, (Alcalde, 1992; Falk i Dierking, 2000) la gent no els llegeix, amb la qual cosa el missatge de l'exposició, que es recolza principalment en aquest mitjà de comunicació, no es transmet adequadament.

Malgrat tot el que acabem de veure en relació amb la dimensió semàntica, aquesta no es pot completar fins que no hi intervé el públic receptor, que interpreta i dóna sentit al missatge en funció de les seves capacitats, interessos i context social, de manera que s'estableix el vessant pragmàtic del museu com a llenguatge significatiu (Hernández Hernández, 1998: 22). Fins ara aquest vessant no s'havia tingut gaire en compte, però els diferents estudis de públic i l'apropament entre els àmbits educatius formal i informal han propiciat que la pragmàtica jugui un paper cada cop més important en el disseny de les exposicions, ja que, en el fons, les exposicions estan dissenyades per a un públic sense el qual no tenen sentit. Un altre element que també conforma la pragmàtica de l'exposició i que, aquest sí, ha estat present des del principi és el tema: el domini de coneixement també condiciona els recursos expositius que es posen en marxa i, fins a la segona meitat del s. XX era l'únic element (pragmàtic) que el conservador tenia en compte a l'hora de construir el seu discurs. Aquests dos punts de vista, el de l'exposició com a emissora i el del públic com a participant més o menys actiu en la construcció de significats és el que discutirem a continuació.

La perspectiva semiòtica ha estat aplicat als museus, per exemple per Roland Barthes [(Barthes, 1957) citat a (Hooper-Greenhill, 1994b: 17-18)], per evidenciar de quina manera els continguts i la forma de l'exposició posseeixen una dimensió connotativa amagada i, per tant, demostra que els museus no només transmeten coneixements científics sinó que posseeixen una funció ideològica –la transmissió de valors i creences

socials– que, segons alguns autors [(Duncan i Wallach, 1978), citats a (Hooper-Greenhill, 1994b: 18)], és més important que cap altra. Tanmateix, per a Eilean Hooper-Greenhill (Hooper-Greenhill, 1994b: 19-20) aquests estudis presenten un seguit de problemes, entre els quals cal destacar que només tenen en compte el punt de vista del/de la consumidor/a; que són teòrics més que no pràctics; que permeten analitzar el “producte” acabat però no el procés de realització; que tampoc no tenen en compte el paper del públic en la construcció del missatge; en definitiva, que no ofereixen cap metodologia analítica bàsica per estudiar el procés de construcció ideològic en totes les seves dimensions.

Aquest marc teòric - metodològic el proporciona Georges Mounin [(Mounin, 1985), citat a (Hooper-Greenhill, 1994b)] a través del seu aprofundiment en les dues línies d'estudi obertes per Ferdinand de Saussure, el pare de la Semiòtica moderna. Mounin les anomena, respectivament, “semiòtica de la significació” i “semiòtica de la comunicació”. La primera (Hooper-Greenhill, 1994b: 20), en la qual es podria classificar el treball de Barthes, es refereix a la lògica amagada o inconscient dels sistemes de significació. La segona, en la qual s'inclou el propi autor, tracta els sistemes de comunicació intencionals i convencionals, que posseeixen dues característiques essencials: la primera, que funcionen amb un codi convencional que s'adquireix a través de l'aprenentatge social; la segona, que hi ha una intenció de comunicació reconeguda per, com a mínim, dues persones (Hooper-Greenhill, 1994b: 20). Així doncs, la diferència fonamental entre ambdues semiòtiques és que la segona s'ocupa dels missatges conscients i la primera dels inconscients, i això té repercussions al nivell metodològic, perquè fa que entenguin de manera diferent els elements bàsics de la comunicació. La semiòtica de la comunicació estableix una distinció molt clara entre indicis, que són fets observables que porten informació sobre un altre fet no observable, i signes, que són indicis artificials, produïts per un/a emissor/a amb la intenció de transmetre informació sobre un altre fet no observable (Hooper-Greenhill, 1994b: 20). En canvi, la semiòtica de la significació considera que, atès que tots els fenòmens sòcio - culturals posseeixen una significació, qualsevol que funcioni com a indicatiu pot funcionar també com a signe i, per tant, es pot considerar un esdeveniment comunicatiu. La funció del seu estudi és descodificar els sistemes de signes o de significats emprant el model general lingüístic - estructural (Hooper-Greenhill, 1994b: 21).

La utilitat metodològica de distingir entre indicatiu i signe és que permet observar la selecció dels indicis, és a dir, que permet separar allò que ha estat format conscientment per l'emissor/a perquè sigui significatiu –el signe– i allò que, sense haver estat previst per aquest/a, pot esdevenir significatiu –l'indici– perquè el/la receptor/a percep alguna relació que entre ell/a i el missatge (Hooper-Greenhill, 1994b: 21). Per tant, els indicis no són necessàriament significatius, però posseeixen el potencial de ser-ho, com a resultat d'un procés d'interpretació. Aquesta distinció és molt adequada per als museus perquè considera que hi ha un o diversos significats potencials més enllà del missatge previst per l'equip de disseny, és a dir, que integra en l'equació el paper del/de la visitant i, portat a l'extrem, deixa espai per a considerar l'exposició com una construcció de significats per part dels diferents sectors de públic o, fins i tot, a un nivell més participatiu, d'identitats per part de la comunitat i, d'aquesta manera, accomplir la funció social a la qual em referia anteriorment. Aquesta idea ja havia estat plantejada per altres autors que estudien els museus, com per exemple (Falk i Dierking, 2000; Hooper-Greenhill, 1994b; 1998; Morgan i Welton, 1994: 33), però no es demostra científicament fins que no s'analitza des de la perspectiva de la semiòtica.

El propi Mounin assenyala que sovint és difícil distingir entre les dues semiòtiques perquè alguns fenòmens socio - culturals, com ara la literatura, les pel·lícules o el teatre poden participar en totes dues. Eilean Hooper-Greenhill (Hooper-Greenhill, 1994b: 22, 24) hi afegeix els museus i es proposa de demostrar de quina manera la semiòtica de la comunicació pot ser un bon marc teòric general per aproximar-s'hi tot superant les concepcions comunicatives tradicionals presentades anteriorment. Al seu entendre, la clau es troba en el concepte de “pertinença”, una noció originària de la lingüística que permet identificar els elements del llenguatge i determinar la seva funció estructural. Aplicat a d'altres esferes i, específicament, als museus, la pertinença serveix per determinar quins elements poden tenir potencialment un significat. Quan aquest es produeix, s'estableix una congruència de pertinença entre el/la comunicador/a i l'interpret, és a dir, entre els missatges de l'exposició i els significats construïts a partir d'ella per part de cada visitant, que imperceptiblement selecciona aquells indicis que són pertinents des del punt de vista dels seus interessos, habilitats, coneixements previs, etc. i que només llavors esdevindran significatius (Hooper-Greenhill, 1994b: 24). Així doncs, la comunicació al museu també es pot conceptualitzar des de la teoria de conjunts [(Schramm, 1954) citat a (Morgan i Welton, 1994: 33)]: com més gran sigui la intersecció entre l'espai del museu i el del/de la visitant, més actuaran els signes i no pas els indicis i, per tant, major serà la comprensió del missatge concret que l'exposició volia transmetre. Això no significa que aquesta sigui la situació ideal, sinó que es pot jugar amb el diagrama en funció de la concepció que es tingui de la institució en el si de la societat.

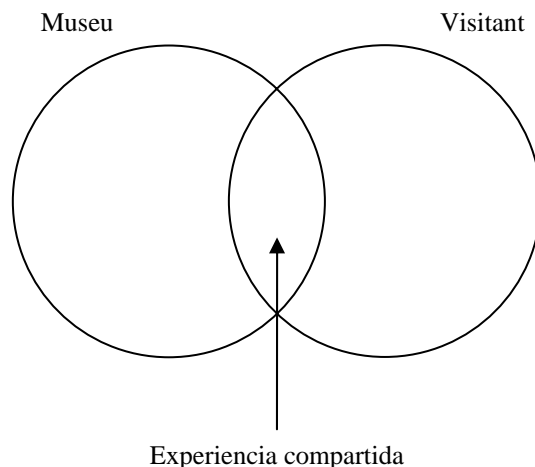


Figura 10: Model de comunicació de l'exposició com a experiència compartida a partir de [(Schramm, 1954) citat a (Morgan i Welton, 1994: 33)].

Aquesta concepció filosòfica coincideix, tal com afirmen Mikel Asensio i Elena Pol per a l'estètica de la recepció a la qual m'havia referit anteriorment (Asensio i Pol Méndez, 1996: 95), amb les idees desenvolupades a partir dels anys 60 i 70 en Psicologia cognitiva i, per consegüent, amb les teories psicopedagògiques que des de llavors han anat impregnant els entorns educatius formals i informals. De manera que el concepte de pertinença és rellevant tant des del punt de vista de l'estudi de l'exposició com de la seva realització i, consegüentment, pot ajudar a establir relacions amb el públic si es té en compte que tant important és el moment de la creació com el de la

interpretació i que, per aquest motiu, l'exposició només tindrà èxit si aconsegueix establir una relació dinàmica entre elles (Hooper-Greenhill, 1994b: 25). D'aquesta manera, l'autora proposa (Hooper-Greenhill, 1994b: 26) un nou model de comunicació, basat en la concepció d'aquesta funció com a interrelació entre un grup de comunicadors/es –que inclou el/la conservador/a, l'equip de disseny, el personal del museu i l'audiència– i un grup de receptors/es –cadascun/a dels i les visitants– que interpreta activament el missatge –format no només per l'exposició sinó per tot el conjunt d'elements que formen el museu– i, per tant, que el fa una mica diferent cada vegada.

Un altre avantatge d'aquest marc teòric és que si els museus operen com a sistemes conscients de comunicació, el seu funcionament es pot estudiar, modificar però també es pot aprendre. Això implica una idea revolucionària respecte de les creences actuals, ja que fins ara es pensava que l'única manera de tenir èxit en la funció comunicativa i, per extensió social –tal com afirmaven alguns autors i autores en la secció anterior–, era conèixer molt bé el públic, però això significa que, de la mateixa manera que el museu aprèn sobre la societat, aquesta pot aprendre sobre ell –a l'escola, aprofitant els vincles actuals tan estrets entre entorn formal i informal d'aprenentatge; a casa; en el museu mateix a través de les activitats complementàries–, sobre què és i com funciona, de manera que també s'assegura la comprensió de la institució i el seu missatge des de la perspectiva de la societat. Aquesta activitat és necessària des del moment que els museus han deixat de ser un lloc construït per unes classes socials concretes pensant en els seus propis interessos i han passat a ser els dipositaris d'un bé que, juntament amb els seus usos i conseqüències, és patrimoni de tota la societat.

I tampoc no proposa res que no es conegués en altres àmbits, com per exemple la Psicopedagogia, atès que els actes de comunicació humans més bàsics exigeixen unes habilitats innates o culturals el domini de les quals s'adquireix durant l'educació infantil. Precisament, basant-se en això i en el model de comunicació de Shannon i Weaver que vèiem al principi, Berlo [(Berlo, 1960) citat a (Morgan i Welton, 1994: 34)] va desenvolupar un marc teòric que demostra la complexa xarxa d'habilitats i de coneixements que són necessàries, juntament amb les característiques internes i externes del missatge, perquè les dues parts es puguin comunicar correctament. Un element interessant d'aquesta proposta és que considera que el canal involucra tots els sentits, la qual cosa és una de les característiques en què la museografia actual està posant més èmfasi. Així doncs, tornant al que deia anteriorment, el museu ha d'aprendre sobre les característiques socials, la psicologia i les habilitats comunicatives de la gent, i aquesta hauria d'aprendre també les habilitats comunicatives bàsiques⁷⁷ que són necessàries per “sobreviure” intel·lectualment al museu i socialment a través d'ell.

I.3.5. Funció educativa de l'exposició

La funció educativa és, juntament amb l'expressió o construcció de les identitats, l'altra funció bàsica de l'exposició i una materialització concreta de la comunicativa: el vehicle perquè la societat pugui comprendre i emprar el Patrimoni. O sigui que, en certa

⁷⁷ Especialment, el llenguatge visual, que és el gran oblidat del sistema escolar perquè aquest encara posa molt d'èmfasi en el llenguatge natural i oblida que la nostra societat és cada cop més icònica (Morgan i Welton, 1994: 29).

manera, podem dir que és anterior a la funció social i posterior a la comunicativa. Per tant, dins l'equació presentada a la introducció, encara estaríem referint-nos al "diàleg".

Com que en el capítol corresponent al segon vessant pragmàtic de la RV ja parlareu àmpliament de l'aprenentatge –definició, característiques de l'aprenentatge de l'Arqueologia i al museu, etc.– aquí només presentaré el meu punt de vista inicial, que també quedarà matisat en els apartats centrals. Ja he expressat en tractar el "Vessant divulgatiu" de l'Arqueologia que el museu és un dels principals entorns de contacte entre el públic i la disciplina, per la qual cosa podem afirmar que materialitza la seva funció divulgativa, especialment perquè, des del principi, els museus estaven lligats a la funció educativa. Però aquí no repetiré el que ja he exposat en aquest apartat i el dedicat al paper dels objectes, sinó que em referiré a la funció educativa des d'una perspectiva general: la seva derivació a partir de la definició de museu, la història de la funció educativa i la relació amb l'entorn formal, la distinció entre els tres àmbits, la relació amb la Didàctica de les Ciències Socials i, finalment, les característiques específiques de l'aprenentatge al museu i la seva caracterització com a "experiència fluida".

La funció educativa de l'exposició es desprèn de la pròpia definició de museu i per demostrar-ho agafo una altra definició diferent de la de l'ICOM, que és la que he emprat anteriorment. Segons la definició d'*Excellence and Equity* (1992) [citat a (Koester, 1993: 6)], els museus són

"... institucions de servei públic i educació, terme que inclou l'exploració, l'estudi, l'observació, el pensament crític, la contemplació i el diàleg."

Aquesta nova definició vol promocionar el paper dels museus com a entorn d'educació informal, tot impulsant les activitats que indueixen una resposta individual a l'exposició. Aprendre significa, segons una definició general (Bruner, 1960: 48), adquirir i assimilar dades, tècniques i experiències i posar-ho tot en relació lògica amb el que ja es coneix. Les teories actuals consideren que el veritable aprenentatge, és a dir, els canvis durables en la percepció, només s'aconsegueixen a través de l'activitat i la participació. Precisament, l'aprenentatge als museus és de tipus experimental o basat en el descobriment: l'objectiu és presentar a l'usuari/ària un conjunt d'informacions, basades en material potencialment nou en cada exposició, i deixar-lo/la que explori i descobreixi la informació que li interessa (Hooper-Greenhill, 1998: 194; Koester, 1993: 19).

La funció externa o més aparent dels museus ha anat canviant al llarg de la història – des de l'exhibició del poder econòmic familiar o del botí de guerra d'un país, fins a la funció purament artística o científica, com a instruments de coneixement o gaudi estètic– i aquests han anat adaptant les seves estratègies comunicatives als diferents objectius (Santacana, 1998: 39-43). Però en un segon nivell, els museus sempre han tingut una funció educativa –o adoctrinadora– i, conseqüentment, han estat lligats a l'educació formal, malgrat que la seva concepció i situació dins la institució ha variat amb el temps. Tradicionalment, l'educació havia estat un epifenomen, una activitat secundària, separada de la funció principal, que era la conservació (Hooper-Greenhill, 1994a: 137). Les exposicions proposaven una presentació pedagògica, enciclopèdica, taxonòmica, autoritària i positivista del coneixement, destinada a despertar la curiositat i augmentar els horitzons d'experiència (Horne, 1992: 63), però basada exclusivament en la contemplació dels objectes, que constituïen el centre de l'univers institucional.

Aquesta concepció és la que s'ha transmès al llarg del temps i que ha generat alguns dels problemes d'adaptació per part de la institució, perquè, malgrat que a finals del s. XIX, com a resultat de les idees victorianes sobre l'aprenentatge a través dels objectes (Hooper-Greenhill, 1994a: 137), els museus ja treballaven en col·laboració amb les escoles, el desenvolupament de la pedagogia de l'experiència, basada en els treballs de Dewey, Pestalozzi i Maria Montessori⁷⁸ no va quallar en l'entorn educatiu informal, que va preferir independitzar-se clarament de l'educació –excepte de l'ensenyament superior–, perquè considerava que la seva funció era científica i, per tant, massa elevada per la simple pedagogia (Hooper-Greenhill, 1994a: 137).

Per tot això el museu va quedar fora de les transformacions relacionades amb el paradigma constructivista (Hooper-Greenhill, 1994a: 138) i no és fins als anys 60 i 70, per la influència conjunta dels factors exposats a la introducció, que es començaran a modificar les concepcions museològiques i s'aproparan escola i museu. Tanmateix, el model pedagògic adoptat a Europa no és el constructivista –com als EUA, per influència de la Psicologia cognitiva– sinó el conductista, que posa l'èmfasi en un entorn rígidament compartimentat, amb objectius clarament delimitats i seqüenciats, dissenyat per generar processos d'estímul - resposta (Hooper-Greenhill, 1994a: 139). Per aquesta raó, el mètode de disseny es centra en l'entorn i no pas en allò que els passa a les persones i també per això mateix les avaluacions només tenen en compte variables mesurables (Hooper-Greenhill, 1994a: 139). Caldrà esperar fins als anys 80 perquè, com a conseqüència de les pressions polítiques i econòmiques exteriors, els museus es vegin obligats a apropar-se al públic i es comencin a generalitzar els canvis descrits anteriorment (Hooper-Greenhill, 1994a: 140).

Així doncs, els museus ocupen, històricament, un lloc especial: fan de pont entre l'oci i l'educació i és això, la capacitat d'entretenir i educar alhora, el que constitueix una atracció per al públic en les seves hores de lleure (Hooper-Greenhill, 1998: 155-156). Aquest acostament a l'oci no s'ha produït només des dels museus o la indústria de l'oci, sinó que des de fa uns anys les teories de l'educació s'han anat decantant cap a un aprenentatge basat en la participació i l'experiència, com a conseqüència de la introducció de les idees constructivistes i la consegüent transformació dels currículums escolars (Hooper-Greenhill, 1994a: 140), que va fer que aquests es basessin menys en les informacions abstractes i les estratègies memorístiques i més en l'experiència directa sobre materials i entorns reals. A més, a diferència del paradigma conductista anterior, també es considera que l'educació no és unidimensional sinó que és complexa i està formada per molts nivells: l'aprenentatge pot produir-se de manera atzarosa o bé dins una estructura minuciosament planejada (Hooper-Greenhill, 1998: 191). Precisament, el museu es caracteritza pel fet que el procés cognitiu es basa en la immersió en un espai significatiu format per diferents mitjans de comunicació, entre els quals es troben els objectes, i que pot proporcionar experiències molt riques, diverses i personalitzables. En relació amb l'oci, aquest canvi essencial en les formes d'aprenentatge i docència també significa que les persones involucrades ja no opinen que han de passar-ho malament quan aprenen i que ha de ser difícil per ser eficaç. L'educació ha deixat de ser un mitjà per aprovar exàmens o treure bones notes; ara es concep com un procés permanent pel qual adquirim les eines necessàries per assolir un resultat posterior i permet una exploració més profunda de la realitat. Proporciona un element de creativitat i ofereix

⁷⁸ Vegeu l'apartat dedicat a la "Definició i teories generals sobre els processos d'ensenyament –aprenentatge" dins "La transmissió del coneixement arqueològic al Museu", el segon vessant pragmàtic de la RV.

l'oportunitat de redefinir el resultat com a part del procés (Hooper-Greenhill, 1998: 191). Així, l'educació es converteix en una forma de vida, una cosa desitjable per assimilar els esdeveniments diaris i una actitud positiva davant el món.

Malauradament, aquesta proximitat –materialitzada en la cooperació entre els dos entorns– ha provocat que algunes exposicions caiguin en l'altre extrem i estiguin guiades per una concepció massa acadèmica de l'aprenentatge. Malgrat que, des dels anys 80, el major nombre de demandes prové del sector educatiu, hem de tenir molt present que no estem a l'escola, sinó en una institució que combina els aspectes lúdics i educatius i que posseeix una forta vocació social. Això implica que els diferents sectors de públic que el visiten no tenen cap interès a reproduir els processos intel·lectuals escolars sinó a viure experiències que enriqueixin la seva vida: l'objectiu últim dels museus és que les persones descobreixin actituds, fets, activitats, etc. que contribueixin a construir la seva concepció del món i d'elles mateixes. En el cas concret dels museus d'Arqueologia, aquest procés es realitza a través de la seva capacitat d'articular discursos diversos al voltant d'objectes que es poden contextualitzar en els seus entorns i/o processos associats mitjançant la capacitat escenogràfica de l'exposició.

Malgrat que a l'escola i al museu s'hi poden aprendre els mateixos coneixements i s'hi activen els mateixos processos cognitius, hi ha una diferència essencial entre els dos entorns, que ve donada per la seva dimensió pragmàtica: mentre que la primera es caracteritza per una estandardització derivada de la rigidesa amb què es planifiquen tots els elements que hi intervenen o en resulten, el segon és molt més flexible i diversificat perquè està dirigit a un públic més divers i incorpora les nocions d'oci i satisfacció personal. Aquesta realitat va quedar formalitzada a principis dels anys 70 –com veïem en parlar dels factors de transformació dels museus a la Introducció d'aquest capítol– quan es va consolidar la concepció de l'educació com un procés vital, no circumscrit a la infància i l'adolescència i emmarcat el currículum escolar, sinó desenvolupat al llarg de tota la vida. L'educació ja no era sinònim d'escolarització sinó de formació, d'un procés permanent en què diferents entorns i/o institucions es complementaven o es rellevaven en una xarxa d'aprenentatges que transcendien l'edat i el monopoli escolar i s'estenien des de la infància fins la vellesa (Hooper-Greenhill, 1998: 221; Valdés, 1999: 61). D'aquesta manera, el concepte d'educació integrava processos, situacions, contexts diferents, que es van sistematitzar en tres àmbits complementaris⁷⁹ (García Blanco, 1999: 92-93; Pastor, 2004: 39; Valdés, 1999: 66-76):

- L'educació formal és aquella que està integrada en els sistemes educatius legalment establerts en cada país. Està estructurada institucionalment, graduada cronològicament o organitzada jeràrquicament. S'estén des del preescolar fins al final dels estudis universitaris. El seus objectius estan encaminats a la obtenció de títols, crèdits, graus acadèmics o la capacitació professional. L'administració pública estableix els programes d'estudis, els requisits de les instal·lacions dels centres educatius i també el personal docent; per aquest motiu la formació resultant és estandarditzada i uniforme. Els coneixements que imparteix acostumen a ser molt intel·lectuals i abstractes i un dels seus problemes fonamentals és la conciliació entre l'educació pràctica personalitzada i l'educació democràtica de masses.

⁷⁹ Dels quals tornarem a parlar en l'apartat dedicat a l'Aprenentatge, dins la Pragmàtica de la RV.

- L'educació no formal és qualsevol activitat educativa organitzada i sistemàtica però duta a terme fora del sistema oficial. Les seves activitats i mitjans posseeixen finalitats educatives expresses, encara que poden ser molt variades. Normalment, estan orientades a adquirir coneixements específics i habilitats d'aplicació ràpida, com ara les llengües, la informàtica, l'educació física, etc. Per tant, són activitats independents, de curta durada, que no formen part d'un sistema i permeten una dedicació a temps parcial. Al final de la formació s'obtenen certificats i no pas títols. No es dirigeix a cap grup social específic, però normalment s'ocupa de les necessitats de les persones menys ateses per l'educació formal. Per això es caracteritzen per una heterogeneïtat i per un major nivell de motivació i aprofitament, ja que hi assisteixen voluntàriament. Des d'aquest punt de vista, es situaria a mig camí entre el tipus anterior i el següent perquè, tot i emprar estratègies properes a les de l'entorn formal, tendeix més a adaptar-se a les necessitats dels alumnes i també ha de ser capaç de mantenir el seu interès, encara que no és una variable tan important com en el cas dels museus. La seva metodologia educativa i el lloc de realització no són tan específics i són més flexibles que l'anterior.

- L'educació informal és la que es pot produir en qualsevol moment al llarg de tota la vida i que contribueix a formar les persones a través de l'experiència quotidiana. Aquest aprenentatge es deriva del contacte amb l'entorn i és no estructurat, no sistemàtic, espontani i sovint involuntari. Es pot considerar la forma més antiga d'aprendre i ha generat coneixements transmesos culturalment durant generacions, encara que la forma de transmissió ha anat variant durant el temps: oral, escrita, impresa... fins a arribar als mitjans de comunicació de masses i les TIC. L'augment del nivell educatiu de la gent, del nombre i diversitat dels mitjans de comunicació i de l'oferta cultural, així com la introducció d'una nova concepció del temps d'oci, ha fet que augmenti extraordinàriament en els darrers anys. Com que és voluntària i no hi ha motivacions extrínseques, ha de posar en marxa recursos per mantenir l'atenció de la gent.

Naturalment, els museus s'inclouen en els entorns d'educació informal perquè l'aprenentatge que s'hi produeix no segueix rígidament una estructura, sinó que és voluntari, exploratori i adaptat a l'interès de cada persona (García Blanco, 1999: 94). Però aquestes tres categories no són compartiments tancats sinó que convergeixen o es superposen, com passa, per exemple, en el cas de les activitats extracurriculars escolars. O també en el cas dels museus, perquè l'educació que proporcionen es pot trobar dins i fora d'aquests (Hooper-Greenhill, 1998: 192): alguns museus comencen a portar les seves col·leccions i el seu personal a centres municipals, hospitals, presons, col·legis, centres de dia... per ampliar el seu públic i tenir més pes en més sectors de la societat.

Què significa això per als museus des del punt de vista de l'aprenentatge? El fet que es tracti d'un entorn informal genera un seguit de característiques o necessitats. En primer lloc, la persona visita voluntàriament el museu amb l'objectiu de passar una estona agradable i aprendre coses noves. El /la visitant aprèn per gust, per tant, es necessita un entorn relaxat, que satisfaci les seves necessitats físiques i intel·lectuals. Això significa que el contingut ha de ser accessible per tots els sectors de públic, inclosos els potencials i que, per tant, les estratègies d'aprenentatge han de ser molt diverses i alhora estandarditzades per atendre les diferents capacitats cognitives de la

societat. Perquè es produeixi aprenentatge no és tant important que hi hagi moltes dades, sinó que estiguin organitzades significativament (García Blanco, 1999: 98). Naturalment, aquesta és una tasca difícil perquè cal connectar amb els interessos dels i les visitants, activar els seus coneixements previs, mantenir el seu interès i permetre'ls construir nous coneixements i estructures cognitives a través del canal més desenvolupat en cada persona. Tot i amb això, l'exposició posseeix avantatges a l'hora d'assolir aquest aprenentatge significatiu, precisament gràcies a les característiques de l'entorn informal: que és voluntari, participatiu, multimedial, que permet el contacte directe amb els objectes i proporciona experiències emocionals. En altres paraules, el museu no està limitat per la rigidesa de l'estructuració escolar i permet l'exploració, l'experimentació tant per part del públic com de la pròpia institució a l'hora de dissenyar estratègies que facin més enriquidora l'experiència de la visita. Podríem dir que, en certa manera, el museu s'apropa més als postulats constructivistes –i, des d'aquest punt de vista, l'Arqueologia es presenta com una disciplina ideal per a l'aprenentatge informal– mentre que l'escola es recolza encara en una concepció més conductista perquè tots els esdeveniments, continguts i, fins i tot el paper dels/les agents que comparteixen l'entorn està organitzat detalladament.

La conseqüència lògica d'aquest apropament entre museu i escola és que la Museologia i la Didàctica de les Ciències Socials comparteixen un seguit de característiques comunes, derivades del fet que el seu objectiu és analitzar, teoritzar i formar especialistes en l'aplicació pràctica de diversos tipus de coneixements destinats a permetre la comunicació efectiva d'un saber de referència a un col·lectiu destinatari: en el cas de la Didàctica es tracta d'ensenyar coneixements geogràfics, històrics i socials, mentre que en el de la Museologia es tracta de fer intel·ligibles diferents objectes d'estudi, entre els quals es poden trobar les disciplines socials, en un entorn d'aprenentatge determinat, per la qual cosa es podria considerar una aplicació específica de la didàctica d'aquella branca del saber (Hernández Cardona, 1998a: 140, 146; 1998b: 34-35, 37). L'aprenentatge de les diferents disciplines conté elements i processos que no pertanyen al domini de referència sinó que tenen a veure amb qüestions relacionades amb variables lligades a la persona, l'entorn físic o social, etc. Per tant, es fa necessària la intervenció d'una eina que les integri: aquest paper correspon a la Didàctica de les Ciències Socials i la Museologia, que s'ocuparan expressament de la transmissió de coneixements en aquestes condicions específiques (Hernández Cardona, 1998a: 147). Però, com que la primera posseeix un abast més general que la segona, es converteix en el marc teòric - metodològic general, que guiarà les actuacions de la Museologia, tot i que aquesta tindrà especialistes propis (Hernández Cardona, 1998a: 141-142; 2003: 466; Santacana i Serrat, 2005: 82). L'autor ho justifica de la següent manera (Hernández Cardona, 1998b: 34):

“No se puede musealizar lo que se desconoce. Contextualizar, virtualizar o hacer comprensible un determinado objeto de estudio exige el conocimiento científico de dicho objeto de estudio para optimizar todas sus claves y posibilidades en el proceso de musealización. En este sentido no puede haber museología sin relación y dependencia respecto a la disciplina o disciplinas referentes. Lo contrario será simple escaparatismo o una experiencia estética sin funcionalidad o intencionalidad social. Este planteamiento coincide y es coherente con lo que es la función de la didáctica de las ciencias sociales, que no puede concebirse al margen de las disciplinas referentes y que cuando se reduce a una simple base de pedagogía general se convierte en consideración axiológica.”

Per tant, la Didàctica guia les actuacions de la Museologia que, segons Xavier Hernández ha de ser “didàctica per definició”; però al seu torn la reflexió museològica també aporta elements teòrics i analítics relacionats amb les variables lligades a l’entorn i, d’aquesta manera, contribueix a descentrar la Didàctica de les Ciències Socials de la seva “obsessió monotemàtica en els processos d’ensenyament - aprenentatge” (Hernández Cardona, 1998a: 148). Això no obsta perquè, de la mateixa manera que la Didàctica es situa a la base de la Museologia, el procés de recerca arqueològica actua com a element director de qualsevol activitat de difusió i la raó és, com ja he esmentat a les conclusions de la secció dedicada a la funció social de l’Arqueologia, que l’Arqueologia constitueix l’objecte d’estudi i aplicació de la Didàctica de les Ciències Socials i proporciona totes les informacions que configuren els continguts educatius i contribueixen a la construcció de les identitats polítiques i socials.

En qualsevol cas, caldrà distingir entre difusió i didàctica del Patrimoni, atès que la primera es refereix a la transmissió de coneixements, mentre que la segona implica la construcció activa del significat i la formació del pensament científic (Hernández Cardona, 2003: 464). Això té conseqüències sobre els continguts seleccionats i les estratègies posades en marxa: en la difusió serien, respectivament, de tipus factual i més aviat passives, mentre que en la didàctica s’intentarien dissenyar experiències interactives amb l’objectiu d’assolir continguts de tipus procedimental (Hernández Cardona, 2003: 464). L’únic inconvenient és que la didàctica demana una major inversió temporal per poder desenvolupar adequadament les seqüències planificades, mentre que la difusió es pot realitzar en temps més limitats, la qual cosa és més adequada pels contactes informals amb el Patrimoni, com ara la visita a una exposició.

Per tot això, l’exposició complementa l’educació formal i la prolonga al llarg de tota la vida. Malauradament, com deia abans, el museu s’ha sovint dedicat a repetir els continguts de les assignatures, però s’ha demostrat que l’exposició no pot superar els llibres o els audiovisuals a l’hora d’explicar continguts factuais i, en canvi, són ideals per desenvolupar continguts de tipus metodològic ja que els objectes proporcionen una nova aproximació al coneixement de caire més sensorial i pràctic, en comparació amb l’educació escolar, que acostuma a ser molt més abstracta (Santacana, 1998: 46). Així doncs, (Santacana, 1998: 44, 46) aprofitant la imaginació que mostren els/les alumnes escolars i la capacitat dels objectes per construir discursos, l’exposició ha de ser un lloc en què s’apregui a classificar, formular hipòtesis, emetre judicis crítics... és a dir, a desenvolupar les capacitats cognitives els/les ajudaran a respondre adequadament a les exigències de la vida adulta. Tanmateix, aquestes novetats educatives, derivades de les noves demandes socials, poden topiar frontalment amb unes estratègies comunicatives pensades en una altra època i, per tant, encaminades a una finalitat diferent. La solució, en molts casos en què no és possible renovar completament el disseny museogràfic, ha estat realitzar fulls didàctics i tallers o, més recentment, introduir reconstruccions virtuals, audiovisuals o multimèdies, que encara es veuen més fora de lloc i remarquen el caràcter obsolet dels criteris expositius. L’ideal seria, com propugna Joan Santacana (Santacana, 1998: 47-48), que tota l’exposició adoptés la forma de taller; en altres paraules, que, s’apliquessin els postulats del constructivisme pedagògic a l’entorn informal⁸⁰ i l’exposició fos per ella mateixa, sense tecnologies, veritablement interactiva, experiencial i motivadora.

⁸⁰ Són els anomenats model contextual o de l’aprenentatge incidental, que veurem a l’apartat sobre “Les característiques específiques de l’aprenentatge a l’exposició”.

En aquest sentit, crec que un dels millors models de museu són els anomenats “museus dels infants”, que van aparèixer als EUA a finals del s. XIX, i tenen com a objectiu crear un espai ric en estímuls, que propiciï l’observació i la reflexió (Serrat i Iñíguez, 2003: 11). Malgrat que, actualment s’accepta aquesta fórmula per a exposicions dedicades exclusivament als infants o bé per als museus científic - tècnics (per raons epistemològiques), costa molt trencar el paradigma comunicatiu dels museus artístics o arqueològics perquè encara hi predomina una concepció contemplativa i reverencial dels originals. Crec que aquesta fórmula, que ara s’aplica a exemples tan limitats, hauria de ser la filosofia i el disseny pedagògic d’una bona exposició perquè no només convergeix amb les noves tendències pedagògiques derivades dels estudis conduïts tant en l’entorn educatiu formal com informal, sinó que, a més, coincideix amb les característiques específiques de l’Arqueologia i la RV, tal com veurem en l’apartat dedicat a l’aprenentatge.

El resultat de l’apropament entre el museu i l’escola és que tant la funció –permetre la comprensió d’un determinat objecte d’estudi per part d’un sector social sovint força heterogeni– com les metodologies emprades –constructivisme, aprenentatge actiu, experiència fluïda– són cada cop més similars. Això no obstant, el museu té unes característiques específiques que permeten complementar la funció educativa de l’entorn escolar o bé actuar de manera autònoma, i que resumeixo a continuació:

- En comparació amb l’entorn formal d’aprenentatge (Hooper-Greenhill, 1998: 191): s’hi atorga molta més importància als processos que als resultats; no hi ha un pla d’estudis a seguir i per tant les activitats poden ser més obertes, exploratòries i properes a la realitat. A més, per aproximar-se a allò que es vol aprendre empren les vies icònica i activa (Suina, 1994), mentre que les escoles estan basades principalment en una aproximació simbòlica, que demana habilitats específiques. Per això els museus són potser les úniques institucions de la societat que tenen capacitat per satisfer les necessitats d’aprendre de tot tipus de persones. La funció educativa també hi és potencialment tant rica i diversa perquè es fa mitjançant la combinació de les dues estratègies comunicatives que vèiem anteriorment, però ara adaptades a l’aprenentatge: l’ensenyament a distància i l’ensenyament interpersonal.
- Formació continuada: com a conseqüència del que acabem de veure, cada cop es reconeix més que els museus ofereixen una oportunitat única per a la gent de totes les edats i cultures de tenir accés a una informació que potser no els ha estat possible d’adquirir a través dels canals i les pràctiques escolars (Koester, 1993: 7).
- Aprenentatge actiu: la funció del museu actual va més enllà de la simple edificació. Perquè realment accompli la seva funció educativa ha de ser interessant i això s’aconsegueix despertant la curiositat, plantejant reptes i contenint alguna cosa a descobrir, tal com fan, segons un estudi dut a terme als EUA (Horne, 1992: 75), els videojocs i per això agraden tant. Per tant, el museu no ha de respondre a preguntes sinó que també ha de generar-les.
- Redueix el nivell d’abstracció: a diferència d’altres llocs o objectes amb aquesta mateixa finalitat educativa, la informació hi perd la seva abstracció i es materialitza perquè consisteix en un espai format per objectes significatius amb

els quals es pot interactuar directament (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 35, 60).

- En relació amb aquest darrer element, l'ensenyament als museus es basa en les col·leccions que posseeix cada institució. Per tant, la metodologia es centra en les diferents maneres d'abordar les col·leccions per tal de trobar vincles pertinents i immediats amb els diferents públics (Hooper-Greenhill, 1998: 215). L'avantatge de l'ensenyament directe als museus és que és enormement flexible perquè, en primer lloc, les col·leccions, les exposicions, els edificis, la situació, el personal, la botiga i les seves publicacions i vídeos constitueixen un immens cabdal del qual aprendre (Hooper-Greenhill, 1998: 216). Per altra banda, els objectes es poden interpretar i reinterpretar des de diferents perspectives i això donarà lloc a noves maneres de conèixer els objectes, que tenen el potencial de ser adaptades en funció dels interessos i les necessitats i també per arribar a una varietat de públics cada cop més gran (Hooper-Greenhill, 1998: 219). En qualsevol cas, el fonamental és que s'ofereixi un contacte directe amb les col·leccions: els museus es caracteritzen pel fet que s'hi pot aprendre experimentant. Així doncs, a més de les experiències físiques i pràctiques, els museus poden promoure el desenvolupament de les capacitats intel·lectuals perquè per examinar una sèrie d'objectes cal exercitar les facultats d'observació, comparació, síntesi, classificació, crítica, recerca de principis, formulació d'hipòtesis, recollida i organització de dades i imaginació (Hooper-Greenhill, 1998: 220).

Per tot això, la visita al museu es pot considerar un tipus particular d'experiència d'aprenentatge que ha estat anomenada "fluïda"⁸¹. Un estudi sobre la naturalesa de l'experiència estètica [(Csikszentmihályi i Robinson, 1990) citat a (Hooper-Greenhill, 1998: 204-207)] va demostrar que, malgrat que l'experiència estètica era molt similar en gairebé totes les persones, amb independència de la seva edat, formació o professió, els estímuls que havien posat en marxa l'experiència havien estat diferents en cadascun. La composició de l'experiència estètica és semblant a la de les experiències "fluïdes", que era el terme més utilitzat pels investigadors per descriure allò que trobaven plaent i feia referència al sentiment d'intensa participació i progrés sense esforç. Els autors van comprovar que perquè es produeixin aquestes experiències "fluïdes" calen tres condicions:

- Allò que es vol fer ha de ser equiparable a la capacitat de la persona per dur-ho a terme.
- L'atenció ha de centrar-se en un nombre reduït d'estímuls.
- Les accions que li exigeix han de ser coherents, no contradictòries i proporcionar una retroalimentació unívoca.

Les reaccions resultants d'aquesta experiència estètica són diferents d'una persona a una altra però sempre tenen relació amb les seves competències i capacitats perquè en tots els casos són necessàries capacitats per comparar, verificar i avaluar estímuls visuals, habilitats que s'adquireixen, no s'hereten. La intensitat de l'experiència és

⁸¹ Hi tornarem en parlar de l'aprenentatge en l'àmbit del museu, dins la pragmàtica de la RV.

directament proporcional al nombre d'àmbits d'interpretació pels quals pot circular l'espectador/a. Entre les recompenses de l'experiència "fluïda" hi ha la sensació d'alliberament de les preocupacions diàries, la sensació de força i capacitat per controlar la situació, la sensació de descobriment i enriquiment personal. Això s'adequa a les concepcions actuals del procés d'aprenentatge perquè es considera una experiència en què la persona que aprèn es veu sotmesa a un esforç, però se sent forta, centrada i capaç de trobar-li un sentit en relació amb ella mateixa. La novetat de la teoria "de les experiències fluïdes és la distinció entre l'estructura de l'experiència i l'estímul. Si els museus desitgen ajudar els seus i les seves visitants a aconseguir experiències "fluïdes", han de dirigir la seva organització cap a la satisfacció de les diferents necessitats del públic i han d'oferir-los la possibilitat d'augmentar els seus potencials facilitant el seu exercici a través de l'ús dels diversos recursos comunicatius o educatius que pot contenir l'espai expositiu (Hooper-Greenhill, 1998: 206).

I.3.6. Primeres paraules sobre el paper de les TIC al museu

En aquest apartat parlaré de la utilitat de la RV al museu en tant que recurs expositiu. Però, atès que constitueix una de les aportacions d'aquest projecte de recerca i depèn de factors que transcendeixen la pura opinió personal, aquí només presentaré les meves concepcions inicials, com a punt de partida per l'anàlisi principal, en què es debatran a través de la reflexió teòrica i la posterior contrastació empírica. Això permetrà establir, a les conclusions finals, els fonaments teòrics per l'ús de la RV al museu. Així doncs, el contingut d'aquest apartat es concentrarà més aviat en la percepció de les TIC –i especialment la RV– per part dels museus.

La percepció de l'ús de les TIC al museu és un tema controvertit perquè varia en funció de la perspectiva des de la qual s'analitzi o, dit en altres paraules, de qui estigui parlant. Així, trobem alhora "crítiques" a la desconfiança envers els dispositius tecnològics per part dels museus –com ara (Sanders, 2002)–; manifestos optimistes sobre la transformació de la institució tradicional gràcies a les TIC –per exemple, (Shaw, Clarke *et al.*, 2003)–; i, per sobre de les paraules, un nombre cada cop més gran d'aplicacions tecnològiques, entre les quals es troben les reconstruccions virtuals. Com s'han d'entendre aquestes postures i evidències aparentment contradictòries? Es poden considerar representatives de la situació global actual dels museus? Si tenim en compte els exemples analitzats en la primera part d'aquest projecte de recerca (Pujol, 2002a), les presentacions més recents als congressos internacionals i l'augment del volum de treball dels i les professionals del disseny gràfic, sembla clar que existeix una presència real de les TIC als museus. Llavors, com pot ser que es plantegin crítiques en sentit contrari? En realitat, totes dues perspectives són igualment certes i la causa d'aquesta aparent contradicció és que encara estem al començament, no tant del desenvolupament de les TIC –que és continuat, encara que això també contribueix a dificultar la seva integració– com de la seva aplicació en àmbits específics –per exemple, el museu– que tenen una forta tradició filosòfica i comunicativa al darrera, i tot plegat fa que la seva integració sigui encara irregular i temptativa. Un altre motiu important, ara ja centrant-nos en els museus, és que sovint la introducció és deguda a la necessitat de sobreviure en un entorn econòmic cada més exigent i competitiu, que pressiona, sota la forma de les demandes del públic o de les institucions financeres, perquè es faci servir la tecnologia, de manera que aquesta s'introdueix sense una veritable reflexió al darrera.

La major o menor acceptació de les TIC també depèn dels objectius i filosofies educatius propis de cada tipus de museu (Koester, 1993: 9-11).

Per comprendre aquesta qüestió recorreré a dues publicacions que han tractat específicament el tema. La primera és l'informe d'Eva Koester, escrit fa tretze anys i que parlava de l'ús del Multimèdia als museus americans, però té el valor de voler oferir una panoràmica de l'opinió d'aquestes institucions en el moment de la introducció generalitzada de les TIC (Koester, 1993). Precisament, els objectius que es proposava el projecte eren els següents (Koester, 1993: 1): en primer lloc, entendre la perspectiva del museu –d'Història, entre altres– en tant que entorn educatiu en què es produeix un aprenentatge informal; en segon lloc, descobrir les tendències significatives en el disseny de recursos multimèdia, especialment, allí on semblava que s'estava produint un augment del seu ús en els museus; en tercer lloc, identificar les claus dels factors limitadors; i, finalment, identificar les claus dels factors d'èxit, incloent-hi les consideracions sobre el disseny, les raons per incloure la tecnologia en les exposicions i l'efectivitat de les interfícies multiusuari/ària en les audiències dels museus. Per això va realitzar un seguit d'enquestes i observacions en diferents tipus de museus americans. La segona publicació és l'article de Donald Sanders (Sanders, 2002), responsable de *Learning Sites, Inc.*, una empresa molt important de creació de reconstruccions virtuals destinades a la divulgació. Acostumat a tractar amb els i les responsables dels museus, l'objectiu de la seva xerrada al VAST 2000 era (Sanders, 2002: 187-194) fer entendre la postura d'aquestes institucions i intentar resoldre els problemes que plantejaven, per tal d'apropar el món de la museografia i els gràfics computacionals. Per tant, el seu valor és que és una mica més recent i ens parla específicament de RV.

Segons Eva Koester, l'ús del Multimèdia als museus és el resultat d'una tendència de renovació museogràfica accentuada a la segona meitat del s. XX, que va portar a introduir l'element lúdic –a través de la interactivitat– com a component essencial de la visita perquè permetia acomplir la funció educativa explícitament encarregada a la institució però de manera divertida, la qual cosa anava en benefici del públic i, com que augmentava del nombre de visites, conseqüentment també anava en benefici de la supervivència de la institució (Koester, 1993: 4). Una prova del reconeixement de la importància dels elements lúdics seria l'aparició en la majoria de museus de la figura d'educador/a i animador/a [(Alexander, 1979; Miles et al., 1988) citats a (Koester, 1993: 7)]. En aquest context, la introducció de les tecnologies multimèdia és un procés natural perquè incorporen dues de les característiques pròpies del nou museu: l'ús de diferents mitjans de comunicació i la interactivitat (Koester, 1993: 9). L'excitament generalitzat en tot el que toca a les tecnologies multimèdia interactives es basa en la creença, en primer lloc, que aquestes tecnologies ofereixen l'oportunitat d'absorbir informació transmesa a través de diversos mitjans en què, tal com han demostrat els estudis cognitius (McCarthy, 1989, p. 27), cada estímul pot actuar com a reforç del mateix missatge; i, en segon lloc, que treballen amb uns mètodes que reflecteixen més acuradament la manera com pensa la gent [(Huston, 1990, Myce i Kahn, 1991), citats a (Koester, 1993: 12)], tot i que també s'és conscient que compliquen la comunicació perquè demanen habilitats comunicatives molt més complexes.

Com que moltes escoles que havien implementat la tecnologia multimèdia havien obtingut resultats extremadament positius (Koester, 1993: 23), això va animar els museus arqueològics a introduir-les a l'exposició per tal de ressaltar la significació de l'artefacte tot oferint informació contextual, teòrica o històrica i, d'aquesta manera,

complementar i reforçar l'experiència de la visita (Koester, 1993: 4). Per als museus d'Art, el potencial de les tecnologies interactives era proporcionar informació al/la visitant: que estiguessin presents per si desitjava consultar-les i que li proporcionessin la profunditat d'informació que ell/a demanés (Koester, 1993: 35). En canvi, els resultats de la recerca mostraven que en els museus de Ciència, Història Natural i els Infantils, la tecnologia es percebia com un element interactiu capaç de proporcionar una comunicació alternativa molt més potent en alguns casos que les tècniques d'interpretació tradicionals i, per aquest motiu, el seu ús era molt més evident (Koester, 1993: 68-69).

Vegem-ho ara des de la perspectiva dels i les visitants. Eva Koester observava (Koester, 1993: 29) una aproximació diferent per part del públic adult i el jove als museus i a les tecnologies interactives, que probablement és vàlida encara ara: el públic infantil i juvenil s'hi sent més atret i les manipula més fàcilment perquè ha crescut en una època de tecnologia i no té prejudicis sobre el museu i allò que hi trobarà; en canvi, el públic adult s'ha anat format un conjunt d'idees sobre el contingut d'un museu i allò que n'espera, per la qual cosa tot allò que s'aparti d'aquesta imatge pot ser evitat o rebutjat. A més, els/les adults/es van als museus per raons socials o incidentals, mentre que pel públic infantil i juvenil forma part de les seves activitats escolars [(Zetteberg, 1968), citat a (Koester, 1993: 29)]. Aquestes diferències en la naturalesa, motius i circumstàncies fan que l'experimentació amb les exposicions interactives sigui més comuna entre els segments joves de la població, sobretot, perquè, per a la mainada de l'edat de la tecnologia, el multimèdia ofereix una experiència educativa interessant i estimulante, que va més enllà d'allò que és absorbit a través de la lectura d'etiquetes i que pot competir en poder d'atracció amb la televisió, els videojocs i altres passatemps electrònics (Koester, 1993: 72).

La resposta més comuna per part dels museus davant l'augment de la demanda d'interactivitat era l'adopció de més i més sistemes tecnològics malgrat que, en alguns casos, no els consideressin del tot adequats perquè les seves pròpies observacions havien demostrat que el públic hi tenia problemes (Koester, 1993: 76). Això és degut al fet que, tal com indicaven els resultats de l'estudi, els museus creien que augmentar la interactivitat contribuïa a servir millor els interessos i necessitats d'informació dels seus i les seves visitants, perquè oferia experiències d'aprenentatge més àmplies, més interactives i multimodals, i això redundava en benefici de l'aprenentatge (Koester, 1993: 79). Tanmateix, les respostes presentades a l'estudi també evidenciaven una incoherència en la filosofia educativa dels i les professionals dels museus: tot i que en general tenien present la importància de l'aprenentatge, no sempre havien definit clarament els objectius i, sobretot, els mètodes per assolir-lo. En la majoria de casos, pensaven alguns exemples i activitats manipulatives per reforçar les idees presentades, però a part d'això el procés de disseny de l'exposició seguia essent molt flexible i encarat a l'obtenció d'oportunitats d'aprenentatge exploratori. Això es feia encara més evident quan afirmaven que potser no era tant important que el públic aprengués com que es divertís o els agradés el conjunt de l'exposició (Koester, 1993: 26-27).

En el cas concret de les tecnologies, els museus consideraven la incorporació de la interactivitat un element fonamental, però les tecnologies multimèdia eren percebudes simplement com un mitjà interactiu més, sense cap atribut específic (Koester, 1993: 56). A això s'hi afegeix el fet que els museus d'Història consideraven que la qualitat dels productes disponibles, el seu preu d'adquisició, i el cost econòmic i humà de

manteniment eren factors limitadors molt importants a l'hora d'introduir les tecnologies interactives als museus (Koester, 1993: 65, 81). I també manifestaven una sensació de manca d'informació, que Koester relacionava amb quatre causes principals (Koester, 1993: 78): en primer lloc, que la tecnologia no s'associava als museus; en segon lloc, que l'experiència dels museus amb la tecnologia era encara massa recent; tercer, que els museus no publicaven prou els seus treballs interns; i, finalment, que els museus encara estaven treballant en la construcció d'un model de tecnologia multimèdia propi. Per això, moltes de les aplicacions tecnològiques als museus eren projectes curts més que components d'una estratègia de tecnologia de la informació a llarg termini. L'esperança de l'autora era que això canviaria quan es desenvolupés un veritable mercat d'ofertes tecnològic - culturals, en el qual poguessin triar els productes adequats a les seves demandes, que estaven principalment relacionades amb el disseny: la presència d'estímul multisensorials i d'una interacció significativa, la presentació de temes rellevants pel/la visitant i la senzillesa d'ús de la interfície (Koester, 1993: 81).

Un cop vistes les conclusions d'aquest primer estudi sobre la introducció de les TIC als museus, passem a l'article de Donald Sanders. Com ja he dit abans, la seva aportació al VAST 2000 no es basava en un estudi estadístic sinó en la seva impressió com a professional del sector. L'autor va seguir dues línies argumentals, una de tècnica i una de filosòfica, que també desenvoluparé aquí. La problemàtica de la relació actual entre museu i tecnologia es pot plantejar perquè, efectivament, aquest contacte entre ambdós existeix des de fa més de vint anys i és necessari tenir-lo en compte a l'hora d'entendre els arguments tècnics del museu. Seguint l'evolució històrica que traça Sanders (Sanders, 2002: 188-189)⁸², la concepció tradicional com a temple de coneixement que caracteritzava els museus d'Arqueologia es va veure sacsejada pel gran esclat de la RV a tota la societat a partir dels anys 80. Fins a principis dels 90, la demanda d'experiències virtuals va créixer exponencialment i els museus més importants es van apuntar a la moda. Però, en qüestió de quatre o cinc anys, el *boom* es va desinflar tan ràpid com havia començat: a mitjans dels 90, la RV havia desaparegut de l'escena pública, tot i que es seguien construint móns virtuals, especialment gràcies a l'adveniment del *VRML* i la millora del *hardware*. Això no obstant, a finals dels anys 90, s'havia consolidat una tendència paral·lela que va impulsar l'ús de les tecnologies als museus: ara, aquests s'entenen com un servei a la societat que combinava educació i entreteniment. Així és com es va començar a automatitzar la gestió de les col·leccions i es reservaven sales per posar ordinadors on la gent podia consultar programes que presentaven la informació com si es tractés d'un llibre però amb l'afegit dels *hyperlinks*. D'això es dedueix que la tecnologia es considerava una cosa a part i que no es valorava per ella mateixa sinó com a mecanisme per atraure el públic i entretenir-lo. En el canvi de segle, cada cop hi ha un percentatge més alt de públic que coneix i demana tecnologia, mentre que, en l'àmbit acadèmic, la RV es considera i s'utilitza com a eina de visualització, anàlisi i difusió del registre arqueològic. En l'àmbit dels museus, els dispositius digitals i / o interactius, s'han integrat una mica més al discurs expositiu però, pel que fa a la RV, es manté la concepció bibliogràfica o, més aviat, il·lustrativa, gràcies a la influència del "*Virtual Heritage*"

Havent vist la trajectòria de la tecnologia als museus, es pot entendre que, en el present, aquestes institucions addueixin un seguit de motius tècnics –també detectats per Koester– a l'hora de justificar les seves reticències davant la pressió de la demanda

⁸² Vegeu també (Pujol, 2002a: 52-54, 74-76).

social. Principalment, es refereixen al *hardware*: la manca d'adaptabilitat, la poca resistència i estabilitat, l'elevat preu de dispositius i continguts, la poca resolució i lentitud en comparació amb el jocs o les pel·lícules... Tots són inconvenients reals, però resolubles, sobretot gràcies a l'evolució tecnològica constant. Malauradament, segons l'opinió de Sanders (Sanders, 2002: 191), la tecnologia millora, però la fama, no. I això és degut a un mal ús i una mala comprensió de la RV. En primer lloc, encara mantenen la vella concepció de la RV com a substitut perfecte de la realitat. Es pretén que sigui tan real com a les pel·lícules i alhora interactiu com als videojocs perquè serveixi com a entreteniment i atragui el públic. Aquesta comparació no és apropiada perquè el seu objectiu i el de la RV és molt diferent. També tenen dubtes sobre la credibilitat de les reconstruccions virtuals perquè no consideren que la RV tingui valor més enllà de les imatges boniques (Sanders, 2002: 193). Això també guarda relació amb el fet que, la majoria de vegades, els projectes s'encarreguen a professionals del disseny gràfic, que dominen perfectament les tècniques per fer acabats realistes, però que no compten amb l'assessorament dels i les especialistes en Arqueologia ni utilitzen recursos visuals per distingir el real de la conjectura o per mostrar diferents hipòtesis. Tot i considerar-ho un entreteniment superficial, la importància de la imatge els/les porta a acceptar-la perquè transmet una (falsa) idea de veritat –quan, en realitat, es tracta d'una eina interpretativa.

Molts dels problemes anteriors s'han plantejat com a tècnics però, en el fons, parteixen de les arrels històric - filosòfiques de la creació del museu. En alguns casos, encara perviu una mentalitat conservadora, que el considera un temple de coneixement, destinat a la conservació i l'admiració silenciosa i estàtica de les relíquies exposades (Sanders, 2002: 192). Naturalment, això no deixa lloc a una tecnologia recreativa i evocadora perquè tot comença i s'acaba en els objectes. Així, s'entén que una de les preocupacions principals del personal del museu sigui la possibilitat que la presència de dispositius tecnològics provoqui embussos a les galeries (Sanders, 2002: 192). La necessitat d'atraure la màxima quantitat de públic –i la tecnologia és un mitjà per aconseguir-ho– xoca amb el desig de mantenir la imatge d'espai elitista, dedicat a la contemplació respectuosa dels objectes per part de visitants individuals. La tecnologia permet implementar solucions per cada tipus d'exposició, però no sempre es tenen en compte i això també evidencia la contradicció en què han entrat les concepcions tradicionals dins la Societat de la Informació.

En el cas del museu això es materialitza en el conflicte entre objectes i informació: la tecnologia distreu de l'apreciació dels objectes (Sanders, 2002: 192). Aquesta creença prové d'una visió molt específica i gens innocent de la cultura i el coneixement. Els objectes descontextualitzats es poden emprar a voluntat per il·lustrar o justificar qualsevol tipus de discurs. A més, és fals que la simple admiració dels objectes creï una relació amb el passat o amb d'altres cultures: és intuïtiva i errònia i contribueix a accentuar la pròpia cosmovisió, en lloc de facilitar l'acceptació de la diversitat humana. Els objectes s'aprecien a través del coneixement complet i no només amb l'admiració estètica: això només és un coneixement parcial i totalment manipulable perquè, contràriament al que s'afirma, no és una percepció universal de l'espècie humana. Inversament, també cal anar amb compte de no caure en l'altre extrem: la RV es presenta com a substituta de la relació amb els objectes reals, però només ofereix una comprensió intel·lectual, no sensitiva i emocional. Naturalment, això és tot el contrari del que es pretenia amb les primeres formes de col·leccionisme –antecedents del museu decimonònic–, que reforçaven la posició social, política i econòmica de la burgesia i naturalitzaven una visió monolítica, blanca, masculina i occidental del món.

També s'ha de dir que la problemàtica que Sanders detecta no és només deguda a la postura o tradició dels museus sinó també a una manca de comunicació entre totes les parts implicades. En el cas dels i de les especialistes en tecnologia, la justificació del seu ús sempre es fa de manera superficial, es limiten a enumerar les intencions però sense aprofundir en el per què i el com. Això no obstant, presenten les seves idees des d'una pretesa superioritat, com si ells i elles haguessin d'ensenyar els arqueòlegs i les arqueòlogues a pensar... és cert que cal conèixer les possibilitats i les necessitats de la tecnologia per dur a terme una integració òptima de les tecnologies, però és l'Arqueologia qui ha de dirigir les reconstruccions perquè ella conté l'objecte d'estudi i els objectius. No es pot fer una reconstrucció sense tenir molt present aquesta perspectiva fonamental; el problema és que dins l'àmbit de l'Arqueologia tampoc no es tenen les coses gaire clares⁸³. Les intervencions als esmentats congressos arqueològics es limiten a la descripció de les restes trobades amb un breu apèndix destinat a la RV. Aquesta s'entén, sense gaire entusiasme i més aviat amb un cert escepticisme, com una possibilitat al final i no pas com un mitjà integrat en el procés de recerca. En conclusió, cadascú es dedica a allò que sap fer, sense mirar més enllà ni intentar establir ponts amb les altres disciplines. Perquè es produeixi una comprensió i un ús adequat de la RV com a eina de difusió és necessària aquesta comunicació a tres bandes.

Així doncs, la RV es fa servir cada cop més, però de manera irregular i superficial, perquè la transformació museològica i museogràfica del s. XX no ha impregnat la totalitat de l'àmbit. S'ha modificat el paper social i cultural del museu a la societat; s'ha ampliat la noció i els mitjans de comunicació; però l'objecte segueix mantenint, tant al museu com a l'Arqueologia, el seu valor tradicional. Per aquest motiu, la tecnologia és considerada una cosa totalment desvinculada del museu: en el pitjor dels casos, és una competència perniciosa; en el millor, un mal necessari per atraure el públic en una societat que es mesura segons els paràmetres del mercat de l'oci. En aquest sentit, sembla que la RV només s'utilitzi per la seva espectacularitat visual i, en el cas que sigui interactiva, constitueix l'únic element interactiu del museu, mentre la resta segueix una concepció tradicional (Welger-Barboza, 2001: 128). Això demostra que no s'han acabat d'integrar les ja no tan noves concepcions museogràfiques, ara acabades de perfilar sota l'impuls de les TIC. Les noves tecnologies no transformen les concepcions perquè, com ja evidenciava Eva Koester, es fan servir com els altres recursos (Welger-Barboza, 2001: 132). El problema fonamental és que els museus d'Art i Arqueologia s'entenen com a cosa passiva, contemplativa, però ara les demandes des de l'educació formal estan forçant un canvi de mentalitats: les TIC fan desaparèixer la funció patrimonial tradicional i el museu esdevé un node comunicatiu; també forcen la democratització de la cultura però de manera individual, la qual cosa és contrària a la tradicional filosofia del museu com a mitjà de comunicació de masses. Per tot això veiem que, tal com afirmen altres autors i autores (Welger-Barboza, 2001: 136), la introducció de les TIC dóna un nou impuls al debat sobre què pot ser el museu i evidencia que, en qualsevol cas, es tracta d'una institució complexa. Tanmateix, Corinne Welger-Barboza, que escriu l'any 2001, considera que encara ens trobem a la primera fase del procés, que cal donar temps a què es desenvolupi més plenament i que de totes maneres, la construcció del *Virtual Heritage*, permet crear un fons documental

⁸³ Jordi Serangeli, de l'equip de "TroiaVR" (Universitat de Tübingen), deia amb ironia: "Els arqueòlegs sempre miren avall, a dreta i esquerra, però mai cap amunt!". Tanmateix, el projecte de reconstrucció de Troia és molt espectacular i ambiciós però sembla que s'hagi dut a terme sense cap reflexió arqueològica o pedagògica de partida, només limitada a les necessitats tècniques del projecte.

que servirà en el futur com a eina de conservació del Patrimoni amb una funció metacientífica (Welger-Barboza, 2001: 138).

Tot plegat demostra que no pot haver-hi un bon ús de les TIC sense un canvi en les concepcions museogràfiques i museològiques, que desplacin l'objecte del centre del seu univers⁸⁴. Però, al seu torn, la tecnologia també s'ha d'adaptar perquè el seu paradigma comunicatiu no estava pensat pel context expositiu i presenta alguns problemes d'integració. I és que, al meu entendre, la principal funció o raó per introduir les TIC al museu és comunicativa. Com ja havia exposat anteriorment (Pujol, 2002a: 77), els diferents tipus de TIC emprats als museus responen a recerques per millorar la comunicació entre l'exposició i el/la visitant, en funció del tipus de museu i el contingut a transmetre. Segons Rafael Sospedra (Sospedra, 2004: 45-47), que parla des d'una perspectiva museogràfica, l'aplicació de les noves tecnologies expositives al museu no ha sorgit del no res o simplement per influència d'una moda externa actual, sinó que es pot seguir la seva evolució històrica des de les vitrines fins a les reconstruccions, els *PDA* o els multimèdia actuals, a través de les maquetes tridimensionals i la tecnologia analògica pròpia dels anys 80 –vídeos i audioguies–, un procés de desenvolupament que té com a objectiu la millora de la comunicació i, conseqüentment, de l'aprenentatge.

Per justificar la seva utilitat cal confrontar les seves característiques amb les demandes o concepcions actuals de museu i això porta a la conclusió que, si més no a nivell teòric, els elements que legitimen el seu ús com a recurs expositiu són els següents:

- La **interactivitat**, perquè l'entorn educatiu informal té com a premissa principal que l'aprenentatge és una construcció activa a partir d'una simulació explicativa de la realitat.
- La **multimedialitat**, perquè per transmetre el seu missatge, l'exposició també se serveix de diferents mitjans de comunicació o formes de representació que es reforcen i/o es complementen.
- La **flexibilitat**: la virtualitat i adaptabilitat de la interfície fa que es pugui emprar en diferents entorns. Per altra banda, la màquina pot contenir un volum molt gran d'informació que se superposa al medi físic i permet aprofundir, complementar o preveure el missatge que s'hi transmet a partir del desplaçament físic en aquest espai significatiu.
- La capacitat d'adaptació o **personalització**: la flexibilitat interna, juntament amb el fet que el paradigma comunicatiu del PC està pensat per la comunicació directa entre màquina i usuari, permet adaptar els continguts als interessos o habilitats personals, de manera que s'uneixen els avantatges de la comunicació de masses i la personal.

En el cas concret de l'Arqueologia, les TIC, i especialment la RV, poden servir per comprendre qüestions relacionades amb les variables espacials i temporals. En aquest sentit, com que són icòniques, multimèdies i interactives, redueixen la complexitat

⁸⁴ Amb l'Arqueologia passa exactament el mateix. Cal entendre que el seu objectiu no és la simple descripció dels objectes, sinó la comprensió del present a través de la dinàmica històrica de la qual resulten. És així com la RV, una eina dinàmica i interpretativa, es fa necessària i es justifica el seu ús.

inherent a la disciplina, deguda al fet que tracta amb conceptes abstractes i fenòmens multicausals. Però, a més, de continguts factuais també proporcionen la metodologia d'anàlisi, és a dir, una metaperspectiva sobre com es construeix el coneixement Històric, i això pot contribuir al desenvolupament de la consciència crítica i el pensament formal.

Tanmateix, existeix la possibilitat, com deia, que apareguin problemes a l'hora d'integrar les TIC com a recurs educatiu perquè aquestes estan fonamentalment determinades pel paradigma comunicatiu de les telecomunicacions i els ordinadors que, originalment, no tenia res a veure amb els museus ni les necessitats educatives. Així doncs, el contacte entre el públic i el missatge a través de la tecnologia quedarà condicionat per un seguit de factors tecnològics, socials, cognitius, etc., que es poden agrupar de la següent manera:

- Característiques pròpies de l'objecte modelitzat: atributs, context.
- Característiques de la comunicació: continguts, tipus d'interactivitat, plataforma tecnològica, context on es situa, tipus de museu.
- Característiques del públic receptor.

Tots aquests elements s'han de tenir en compte a l'hora de dissenyar una aplicació i/o jutjar la seva efectivitat perquè es combinen per facilitar o dificultar la integració de la tecnologia com a recurs comunicatiu en l'espai multimedial de l'exposició. Per exemple, des del punt de vista cognitiu, les TIC poden generar problemes perquè, tot i que es conceben com a simples mediadors, acaben essent més complexos que el missatge que es vol transmetre (Asensio i Pol Méndez, 1997). Crec que la solució ideal podria ser la integració total entre les TIC i l'exposició, per tal que el mitjà de comunicació sigui invisible, que no hi hagi barreres entre les persones i la informació, com encara passa amb la majoria de dispositius, especialment les estacions fixes, que són estàtiques i aïllen. Des del punt de vista tècnic, això correspon al desenvolupament de la Realitat Híbrida, un paradigma mixt de RA i RVI. Però tot això són suposicions *a priori*; és per aquest motiu que el segon volum d'aquesta tesi examinarà l'adequació de les TIC en general, però sobretot de la RV, a partir dels tres grans grups de factors plantejats ara fa un moment.

1.4. Definició del concepte de Realitat Virtual

1.4.1. Introducció

El primer volum està dirigit a establir les concepcions subjacents que sostenen i justifiquen la recerca i les conclusions posteriors. En els dos capítols anteriors he exposat, en primer lloc, des de quina Arqueologia haurien de sorgir les aplicacions ja que, tal com he evidenciat al llarg del seu desenvolupament, les diferents tendències epistemològiques determinen interpretacions i usos diferents de la tecnologia. En segon lloc, he desenvolupat el tema dels museus, no només perquè el seu la seva funció divulgativa es deriva directament de la concepció de l'Arqueologia com a disciplina social, sinó també perquè és important tenir present el funcionament semiòtic de l'exposició per tal de poder entendre, posteriorment, com hi encaixen els dispositius tecnològics.

En el present capítol tractaré el tercer àmbit fonamental d'aquest projecte de recerca: la Realitat Virtual. La definició del concepte és una tasca que ja va ser realitzada en treballs anteriors (Pujol, 2001a; 2002a; 2002b; en premsa), però ara tinc la intenció d'abordar-la amb més profunditat. El motiu principal és que l'anàlisi de la història de la RV m'ha permès d'entendre que les definicions recollides i agrupades durant la primera fase del projecte (Pujol, 2002a) eren parcials, perquè agafaven un o altre aspecte del seu desenvolupament –tecnològic o conceptual– i aquests només es referien, en el fons, a les aplicacions o objectius, respectivament. Val a dir que en la recerca actual d'informació també he constatat una separació molt marcada de diversos àmbits dins el concepte. Això confirmaria la validesa de la meua primera aproximació a la definició de RV (Pujol, 2002a), que distingia entre tecnològica i “utilitària”. Efectivament, en el procés d'acotament del concepte trobem una dicotomia entre les definicions de caire més tecnològic i les de caire més epistemològic, com ja havia constatat llavors. Dins les aplicacions s'aprecia una distinció molt marcada entre científiques, artístiques i d'entreteniment. Per tant, en aquell treball no vaig assolir una definició sinó que vaig constatar aquesta realitat d'abast general. El fet de repassar la història completa m'ha permès de confirmar la funció de la tesina com a base a partir de la qual trobar els diferents àmbits constituents i utilitzar-los com a vies d'aproximació al concepte. Per altra banda, també aprofundeixo en la història de la RV, també presentada en treballs anteriors (Pujol, 2002a), tot i que aquí no està explícitament desenvolupada, sinó que forma part de les diferents aproximacions al concepte. Tot i amb això, és més completa tant des del punt de vista quantitatiu com qualitatiu i es planteja el per què de la complexitat del concepte i la confusió a què això ha portat ja que, per molt que les seves definicions difereixin, la majoria d'autors i autores estan d'acord en un punt: existeix una gran confusió sobre el veritable significat del terme, fins i tot, en la literatura especialitzada (Burdea i Coiffet, 1993: 2).

Després d'una recerca bibliogràfica intensiva, he entès que no es pot obtenir una definició completa, tancada, perquè, en realitat, la RV es troba a la confluència de diversos processos històrics que han cristal·litzat en ella. Per això, contràriament a la primera part d'aquest projecte de recerca, aquí no destil·laré una definició genèrica a partir de les recollides a la bibliografia sinó que, com a punt de partida per començar a desgranar el concepte de Realitat Virtual, utilitzaré la meua darrera versió de la definició, plantejada a les CAA2004 (Pujol, en premsa):

*“VR is a **cognitive environment**, created by **computational** technology, which operates through the **interactive simulation** of certain aspects of reality to obtain **knowledge**, **communicate** or **create** works of art. Depending on the goal, it can take **different shapes**: to date, these are AR, IVR, Desktop, and HR. This definition covers all the possible approaches, interfaces or goals.”*

Aquesta definició conté de manera més o menys explícita els diferents àmbits implicats en el concepte i que ens serviran com a vectors d’aproximació a la RV. Un d’ells correspon al vell debat sobre la realitat, la percepció i la representació d’aquesta. La RV el recupera i aixeca qüestions que semblaven superades –per exemple, l’existència real del món material o la relació entre ment i matèria– i en planteja de noves a causa de les seves peculiars característiques. Per altra banda, la RV està molt propera a altres conceptes, com el Ciberespai i el Multimèdia, perquè comparteix elements amb tots dos. Caldrà definir-los amb precisió per destriar on comença i acaba cadascun ja que crec que bona part de la confusió ha vingut de la contigüïtat i superposició entre els termes, accentuada pel fet que sovint comparteixen la mateixa interfície. Aquesta forma de definir la RV, intentant recollir les diferents perspectives per reflectir la complexitat del concepte, no té gaires paral·lels en la literatura: normalment, els autors o autores es decanten per una o altra accepció, habitualment, la tecnològica. Tot i amb això, Daniel Fällman va presentar, en una conferència sobre l’ús educatiu de la RV des d’una perspectiva constructivista realitzada a la Universitat d’Umea, una aproximació al concepte similar a la meua. A l’hora de respondre a la pregunta sobre què és la RV explicava que tradicionalment havien existit diferents definicions i conceptes associats, segons que la RV s’entengués des del punt de vista de la situació, les eines tecnològiques, els aspectes psicològics o, més recentment, el tipus d’interacció (Fällman, Backman *et al.*, 1999). Però després recalrava que hi ha una altra possibilitat, el grau d’immersió, que permet integrar totes les anteriors (Fällman, Backman *et al.*, 1999). Jo crec que aquesta darrera possibilitat no deixa de ser una altra versió de la perspectiva tecnològica perquè, encara que els altres aspectes s’hi puguin incloure secundàriament, no deixa de ser en primera instància una tipologia d’interfícies. Tanmateix, té el valor de voler ser un intent d’adoptar una perspectiva més àmplia i comprensiva del concepte de RV.

I.4.2. Filosofia de la virtualitat

I.4.2.1. Introducció

Per comprendre millor el concepte de RV cal separar els dos membres de l’expressió i començar definint què és la virtualitat, ja que la tecnologia és un segon pas, és la tria a posteriori d’un vehicle per expressar la virtualitat, però aquesta existeix sense necessitat de l’ordinador.

La noció de virtualitat ha estat tractada directament o indirecta per diversos filòsofs, com per exemple Henri Bergson, Edmund Husserl, Jean Paul Sarte, Gilles Deleuze, Michel Serres, J. F. Lyotard o, més recentment, Pierre Lévy. La reflexió filosòfica sobre la virtualitat s’ha realitzat des de molts àmbits –Psicologia, Fenomenologia de la percepció, Art, etc.– i amb tantes implicacions i tan profundes, que s’escapa de l’abast

d'aquest treball de recerca. Per aquest motiu, aquí només esbossaré algunes de les qüestions més generals relacionades directament amb el tema que ens ocupa.

I.4.2.2. Què li passa al nostre món?

Malgrat que es tracta d'un vell debat, la pregunta sobre la virtualitat torna a sorgir davant la constatació de certs fenòmens característics del nostre present. El primer de tots és l'escurçament de la vida dels objectes. En els països industrialitzats, des de la crisi de superproducció del 1929, la vida útil dels objectes ha tendit a fer-se cada cop més curta per tal que l'economia de mercat es mantingui. Aquest fenomen s'ha accelerat amb els anys i, actualment, s'hi ha afegit la novetat que no només els objectes sinó també la categoria a la qual pertanyen poden quedar obsolets ràpidament (Maldonado, 1994: 14). Si una de les condicions de la realitat està lligada a la materialitat dels objectes, ¿podem dir que ha començat un procés de “dessubstanciació” de la realitat? Aquest mateix problema ontològic el planteja l'aparició de la informació i els seus canals de circulació com a element fonamental de la nostra societat (Maldonado, 1994: 16), ja que la informació és un element intangible però que influeix de manera important en les nostres vides. Un altre fenomen característic és el gust de la societat actual per les coses immaterials i evanescents: els simulacres, els substituïts de la realitat, la ficció (Maldonado, 1994: 17); o les situacions o objectes que imiten la realitat però no en posseeixen cap de les conseqüències ni responsabilitats, com ara les pel·lícules o els jocs de rol. Veurem en el proper apartat que aquests fenòmens observats no són exclusius del s. XXI, sinó que es troben fortament ancorats en la cosmogonia occidental.

Alguns autors provinents de la Filosofia de la postmodernitat, les avantguardes artístiques, l'Economia, la Sociologia, l'Arquitectura, el Periodisme o la pròpia Ciència han encunyat el terme “desmaterialització” per explicar els fenòmens observats en el món actual o qualificar algunes creacions contemporànies. Aquesta teoria parteix de la premissa que la realitat està caracteritzada per una materialitat que pot ser afectada (Maldonado, 1994: 12). La mecànica quàntica va fer trontollar, a partir de la primera meitat del s. XX, el concepte tradicional de la matèria com a cosa palpable, individualitzada i permanent; després la idea ha estat extrapolada a l'àmbit de la macrofísica per explicar de quina manera l'impacte de les tecnologies ha comportat una progressiva disminució de la materialitat del món. Tot i que el valor d'aquesta reflexió no és negligible, crec que el concepte de virtualització aportat per Lévy és més adequat que el de desmaterialització perquè posseeix un abast explicatiu més ampli, que no es limita a l'evolució tecnològica del darrer segle sinó que ho considera com una manifestació recent d'una característica essencial de la humanitat. A més, proporciona un marc per comprendre el concepte de RV i situar-lo explicativament dins el seu context d'aparició. La RV es troba en la confluència de diferents evolucions –filosòfica, científica, tecnològica, econòmica, etc.– i Lévy troba la forma d'explicar-ho de manera coherent a través de la creació del concepte de “virtualització”, que ho engloba tot des d'una perspectiva històrica.

La tesi general del llibre defuig qualsevol connotació de catastrofisme –propi dels autors de mitjan segle XX– i considera que, malgrat els inevitables aspectes negatius, les transformacions observades actualment en la consideració i manipulació del cos, de la comunicació i de l'economia manifesten una continuació del procés d'hominització

(Lévy, 1995: 9, 69). Aquesta és una concepció totalment oposada a la majoria d'autors, que entenen la revolució de l'anomenada "societat de la informació" com un procés d'alienació de les persones i deshumanització de l'entorn. En canvi, Lévy considera que la virtualització és el que ens defineix com a humans, és el que constitueix l'essència de la nostra peculiaritat. El problema és que ara ens trobem davant d'un tipus concret, nou, actual, de virtualització i no sabem com encarar-lo (Lévy, 1995: 143). A més del posicionament optimista, l'altra novetat aportada per Lévy és que, contràriament a les reflexions filosòfiques realitzades fins el moment, considera la virtualitat com un procés i analitza com es produeix, és a dir anant des de la realitat cap a la virtualitat i no pas al revés (Lévy, 1995: 10). Així doncs, l'aportació de Pierre Lévy és triple: en primer lloc, filosòfica perquè tracta el concepte de virtualització; en segon lloc, antropològica, perquè el posa en relació amb l'evolució cultural de l'espècie humana; finalment, sociopolítica, perquè el seu estudi té com a objectiu la comprensió de les transformacions presents per poder-les controlar.

Segons la concepció que acabo de definir a grans trets, el fenomen de la virtualització és anterior a la computació. La virtualització es pot definir de manera general com (Lévy, 1995: 31)

"[...] un changement d'identité, passage d'une solution particulière à une problématique générale ou transformation d'une activité spéciale et circonscrite en fonctionnement délocalisé, désynchronisé, collectivisé".

Això significa que la virtualització no és sinònim de desmaterialització del món com afirmava Tomás Maldonado (Maldonado, 1994), sinó que correspon a una multiplicació, vectorització, heterogènesi, en que la desmaterialització pot existir o no com a conseqüència, però en cap cas no és necessària i exclouent.

L'evolució de la nostra espècie està marcada per quatre processos fonamentals de virtualització, que constitueixen els pilars bàsics de la seva essència. El primer de tots és el llenguatge, que Lévy entén com a virtualització del temps (Lévy, 1995: 69 i ss.). Mentre que la resta d'animals només poden pensar i actuar sobre el moment actual i, per tant, per ells només existeix el present immediat, les persones poden deslligar-se, gràcies al llenguatge, de l'experiència corrent i concebre altres moments, passats o futurs. Així doncs, és gràcies a la parla que apareix el continu temporal. I aquest és un espai virtual perquè és general, no determinat, permet exterioritzar, objectivar, intercanviar experiències individuals de manera diferida i resoldre problemàtiques diverses. Si pensem en totes les possibilitats que aixeca la temporalitat, ens adonem que el llenguatge es troba a la base de tota la cultura humana. El següent procés és el que porta a la fabricació d'eines (Lévy, 1995: 72 i ss.). Aquestes són, en opinió de Lévy, la virtualització d'una acció, com per exemple colpejar, caminar o calcular. La funció abstracta es materialitza sota una forma externa que es pot compartir i que, conseqüentment, deixa de ser individual per esdevenir una eina que resol una problemàtica general a persones separades espacialment i temporalment. Així doncs, més que una extensió del propi cos, tal com pensen Marshall McLuhan o André Leroi-Gourhan, la tècnica és una virtualització de l'acció, "*l'outil cristallise le virtuel*" (Lévy, 1995: 73).

El tercer procés està lligat a l'augment de la complexitat de les relacions socials. A mig camí entre el marxisme i el "contracte social" de Rousseau, Lévy considera que les

lleis, les regles econòmiques i polítiques, les religions, els codis morals, etc. són dispositius socials que virtualitzen les relacions fonamentades en les relacions de força, els instints o els desigs immediats (Lévy, 1995: 75). Gràcies a la seva existència, no només es controlen les relacions entre individus sinó que s'estableix un codi col·lectiu general que les regula en qualsevol lloc i moment en què sigui vigent aquell sistema. Finalment, el darrer procés és el de l'art, que se situa en aquesta posició no pas per motius temporals o d'importància sinó per la naturalesa de la seva actuació: l'Art és segons opinió compartida de Lévy i Deloche, una virtualització de la virtualitat (Deloche, 2001: 151; Lévy, 1995: 76). No es tracta pas d'un joc de paraules gratuït, sinó que prové del fet que l'Art es troba a la confluència de tres grans processos de virtualització anteriors, el llenguatge, la tècnica i l'ètica (o la religió), i permet exterioritzar els sentiments o pensaments individuals per tal que estiguin a l'abast de tothom, fins el punt que també influeix en el pensament col·lectiu. En conclusió, l'ésser humà és un ésser virtual perquè la seva capacitat intel·lectual li permet sostreure's a la inèrcia de l'instint i la individualitat i objectivar els seus pensaments i experiències, posar-los en comú tot creant una intel·ligència col·lectiva que, al seu torn, influeix en les persones i els permet resoldre problemàtiques específiques.

L'origen del procés de virtualització actual es troba en l'augment de les comunicacions i la generalització dels transports ràpids, que permeten a una persona de transcendir les limitacions de l'espai físic. En el fons, tots els mitjans de comunicació, igual que l'escriptura, ja impliquen una virtualització perquè sovint es produeix una separació espacial i/o temporal entre l'emissió i la recepció del missatge (Lévy, 1995: 36). La diferència és que, si bé cada mitjà de comunicació comporta les seves pròpies coordenades espàcio-temporals, la societat de la informació ha aconseguit unir-les totes en una gran xarxa de xarxes a través de la qual nosaltres podem saltar d'un extrem a un altre (Lévy, 1995: 20). Les característiques de l'ordinador no han estat alienes a la revolució actual, ja que també comporta una (triple) virtualització: la dels càlculs –com a màquina universal, no especialitzada en cap operació concreta (Lévy, 1995: 83)–, la dels textos escrits –perquè aporta una plasticitat que el paper imprès no posseeix (Lévy, 1995: 39)– i la pròpia dels mitjans de comunicació. La informàtica contemporània ha “deconstruït” l'ordinador com a entitat física i l'ha convertit en un espai navegable i transparent, centrat sobre els fluxos d'informació, de tal manera que ha esdevingut un nòdul en una superestructura que conté totes les seves funcions, antigues i modernes, distribuïdes (Lévy, 1995: 44). En apartats posteriors tornaré a tractar les característiques dels ordinadors per comprendre amb més detall el seu origen i de quina manera això influeix en els nostres formats de representació i, consegüentment, de representació del món.

I.4.2.3. Metafísica

I.4.2.3.1. Introducció

L'aproximació filosòfica al concepte de virtualitat es pot realitzar també independentment de l'observació del nostre present perquè per definir què és el virtual hem de recórrer necessàriament a explicar què és el real. Aquesta reflexió correspon a la metafísica, que és la branca de la Filosofia que estudia la naturalesa de la realitat última i està dividida en dos vessants principals: l'ontologia, que analitza els tipus fonamentals d'entitats que componen l'univers; i la metafísica pròpiament dita, que descriu els trets

més generals de la realitat, comuns a qualsevol univers possible. Com que la primera investiga les categories en què es pot dividir el món, està més relacionada amb el vessant físic de l'experiència humana; en canvi, la metafísica pot assolir un grau més elevat d'abstracció (A.A.D.D., 2003). Així doncs, la RV aixeca altre cop el debat metafísic que, després de les aportacions revolucionàries d'Immanuel Kant i de la teoria quàntica, els filòsofs contemporanis –com ara Ludwig Wittgenstein, Martin Heidegger o Rudolf Carnap– havien deixat de banda perquè el consideraven mancat de base. Per ells, la realitat havia deixat de ser un terme consistent i el situaven dins una línia de reflexió secundària de la lingüística (Heim, 1993: 130). Tanmateix, l'aparició recent dels sistemes de RV ha suscitat una revisió d'aquesta tendència i des dels anys 80 s'està començant a recuperar el pensament metafísic clàssic.

En aquest apartat només m'ocuparé dels diferents usos del terme virtual al llarg de la història i la seva relació amb la concepció metafísica del moment. És a dir, que aquí tractaré qüestions de tipus més aviat ontològic i el veritable debat metafísic el deixo per l'apartat destinat al Ciberespai ja que, tot i que la RV en forma part i comparteix moltes de les seves característiques, és aquest darrer concepte el que conté realment unes aspiracions metafísiques concretes.

1.4.2.3.2. Origen i evolució del terme “virtual”

Comencem parlant de l'origen del terme “virtual”. Prové del mot llatí medieval “*virtualis*”, derivat de “*uirtus*” (Cadoz, 1995: 13; Lévy, 1995: 9). L'arrel del terme ens revela que es tracta d'una qualitat masculina –“*uir, uiri*”– que significa força, potència. Va ser John Duns Escot (1266?-1308), l'escolàstic medieval, qui va atorgar a la paraula la seva connotació tradicional. “Escolàstica” és el nom que rep la tradició filosòfica medieval que intenta utilitzar la raó natural humana –filosòfica i científica– per comprendre el contingut sobrenatural de la revelació cristiana. El seu contingut està format per una interrelació entre la Filosofia i la Teologia, ja que l'objectiu del moviment no és conèixer nous fets, sinó –heus aquí la diferència amb el pensament renaixentista– integrar el coneixement ja adquirit de manera separada per la filosofia grega i la doctrina cristiana. Com que Déu és l'origen de tot, les dues branques del saber també provenen d'ell i, per tant, no hi ha d'haver contradicció entre elles. El debat sorgeix a l'hora de decidir l'ordre jeràrquic perquè, si bé la majoria creien que la Filosofia havia d'estar subordinada a la Teologia, Averroes (1126-1198), per exemple, opinava que la Teologia era només una adaptació per a la gent comuna de les veritats filosòfiques.

En l'intent de delimitar la competència precisa de cada àmbit, Sant Tomàs d'Aquino (1225-1274) establia un equilibri però, posteriorment, Duns Escot va insistir que moltes de les veritats que es consideraven provades per la Filosofia –recordem Sant Anselm– només es podien acceptar per la fe. Aquest posicionament epistemològic va ser degut a la voluntat d'aplicar rigorosament els requisits de la demostració científica d'Aristòtil: com que era pràcticament impossible, va generar una pèrdua de confiança en la raó natural humana i en la Filosofia. La legitimitat del pensament escolàstic es basava en el recurs a autors clàssics, perquè consideraven que contenien les veritats immutables amb les quals volien establir una continuïtat. Precisament aquest va ser l'argument principal de les crítiques posteriors, que els acusaven de plagiadors. Tanmateix, Sant Tomàs o Duns Escot van tenir problemes per conciliar l'originalitat del seu pensament amb els

textos clàssics i llavors la cita es limitava a ser un simple ornament estilístic. El menyspreu per part de la filosofia moderna també va provenir del fet que consideraven Aristòtil la màxima autoritat filosòfica i el seguien sense crítica, probablement perquè s'havia perdut i recuperat després de la caiguda de l'Imperi romà. Deixant de banda l'exegesi literària, també provenien de la filosofia grega alguns dels seus mètodes principals, com ara la lògica, i el debat públic.

Dins aquest marc de pensament, Duns Escot va establir la idea de virtualitat com a clau de volta de la seva teoria sobre la realitat. Per ell, el concepte d'una cosa ja conté els seus múltiples atributs empírics però no d'una manera formal, adquirida a través de l'experiència directa, sinó potencial (Heim, 1993: 32). Si no fos així, no li serien propis. Per exemple, l'arbre existeix potencialment, virtualment, en la llavor perquè aquesta conté totes les condicions necessàries per la seva realització. Per això el virtual no s'oposa al real sinó a l'actual. Duns Escot feia servir el terme virtual per poder explicar de manera coherent la relació entre la realitat concebuda intel·lectualment com a entitat unificada i la diversitat de les nostres experiències d'ella. Això és anàleg a l'oposició actual entre l'espai natural i l'espai virtual, que és el lloc on es situen els equivalents informatius del primer. El concepte de virtualitat també es troba en la ciència moderna, concretament, es remunta als estudis d'òptica de principis del segle XVIII, en els quals s'emprava per designar la imatge refractada o reflectida d'un objecte (Woolley, 1994: 47). En aquest cas, la virtualitat ha deixat de referir-se a l'oposició escolàstica entre potència i acte i n'ha adoptat només el vessant immaterial que caracteritza la potencialitat. Cal tenir en compte que el concepte medieval de realitat es basava en una síntesi del pensament idealista de Plató (c. 428 - c. 347 a. C.) i de la causalitat d'Artistòtil (384 - 322 a. C.): segons els autors escolàstics, tots els objectes posseïen una essència fixada eternament però ara el garant de l'experiència continuada de les coses i del seu funcionament era Déu.

Des dels orígens de la Filosofia, les reflexions metafísiques han estat estretament lligades a la teoria del coneixement, fins el punt que, sovint, és difícil distingir quan s'està descrivint la realitat i quan hi intervé el sedàs de la nostra capacitat perceptiva. Però aquesta separació es comença a fer evident i necessària a partir de Descartes que, reprent el pensament dualista de filòsofs anteriors, com ara Sant Tomàs d'Aquino, distingeix entre les coses materials i el pensament i planteja el racionalisme com a base del coneixement veritable. A aquesta capacitat de coneixement a priori, possible perquè l'ànima o l'intel·lecte comparteixen l'ontologia de l'essència universal, s'hi va oposar l'empirisme, que sostenia que el coneixement veritable, contràriament al que afirmaven els idealistes, només es podia obtenir a partir de les experiències sensorials perquè l'essència última de les coses és inassolible. Aquesta idea no és exclusiva del s. XVI, sinó que ja es troba en Heràclit (c. 540 - c. 475 a. C.), Aristòtil, Sant Tomàs o Guillem d'Ockham (1298-1349). Concretament, aquest darrer va rebutjar la distinció escolàstica entre essència i existència, la creació divina conforme a unes idees i l'abstracció racionalista i va defensar la concepció de la naturalesa com a objecte a estudiar per ella mateixa a través de l'experiència sensible (Caballero, de Echanó *et al.*, 1992: 190). D'aquesta manera preparava el camí per a la posterior revolució científica.

El context cultural del Renaixement, només en alguns aspectes oposat al medieval, és essencial per comprendre les noves concepcions metafísiques i, sobretot, la teoria del coneixement que ara considerem pròpia del món modern. El descobriment del Nou Món, les crítiques a l'escolasticisme dels pensadors del s. XIV i XV, la invenció de

nous instruments de mesura, la impremta, l'impuls econòmic comercial, etc. són algunes de les causes que donaran pas a un nou període, marcat per l'antropocentrisme i la recuperació extensiva dels autors clàssics. Esgotats els objectius i argumentacions de l'escolàstica, nombrosos filòsofs es dedicaran a estudiar la naturalesa, emparats per una nova metodologia, dissenyada per pensadors com Francis Bacon (1561-1626) i Galileu (1564-1642). Els descobriments astronòmics o el perspectivisme pictòric són alguns dels elements que testimonien aquesta nova comprensió del món, basada en la combinació de raó i verificació sensorial, el mètode hipotètic – deductiu. L'obra científica de Bacon i Galileu culminarà amb Isaac Newton (1642-1727). La seva visió del món es basa en l'aplicació de les Matemàtiques a l'estudi de l'univers i en l'explicació dels fenòmens atenent a la matèria i el moviment (Caballero, de Echano *et al.*, 1992: 277). Newton creia –contràriament als corrents teològics anteriors– que la Ciència començava amb la constatació dels fenòmens físics i que el seu objectiu era descobrir les relacions matemàtiques que els regien i relacionar-les fins a formular un sistema de lleis úniques⁸⁵. Newton va tenir una gran influència en tots els àmbits del coneixement, però sobretot en els empiristes anglesos, com ara Locke i Hume, als quals em referiré seguidament.

L'anomenada revolució científica del s. XVI va porta a un debat sobre el coneixement i la realitat que va durar dos segles i va enfrontar dues postures: el racionalisme i l'empirisme. En realitat, tampoc no hi ha un trencament absolut respecte dels períodes anteriors, ja que ambdues escoles emfasitzen o transformen aspectes diferents del pensament medieval. Els primers rebutgen l'acceptació sense crítica dels autors clàssics. Descartes parteix d'una premissa platònica perquè creu que existeixen unes veritats universals innates a les quals es pot accedir a través de la raó. Però, en contrapartida, això és possible, com afirma Baruch Spinoza (1632-1677), perquè el món està format per una substància universal atemporal –creada per Déu– de la qual nosaltres tenim percepcions materials, efímeres i variables. Per als empiristes, més propers a la tradició aristotèlica, totes les idees provenen de l'experiència i, per tant, no n'hi ha prou amb la raó per obtenir coneixement fiable, sinó que cal una verificació a través de la contrastació amb la realitat. John Locke (1632-1704) es proposarà de demostrar la inviabilitat de les idees innates i, per tant, la necessitat de l'experiència sensible, fins i tot, per generar conceptes abstractes ja que l'essència de les coses ens és desconeguda. David Hume (1711-1776) comparteix la crítica que fa Locke a la substància externa de Descartes, però l'estén a la substància pensant, ja que opina que no existeix cap altra cosa que una successió de percepcions a les quals la imaginació afegeix la unitat que els atorga coherència. Hume porta l'empirisme a les seves màximes conseqüències perquè postula la impossibilitat de demostrar l'existència de la realitat fora dels sentits i, fins i tot, qüestiona la noció de causalitat.

La crisi epistemològica a què condueix la divergència de les dues escoles s'acabarà amb les crítiques a la raó pura i a la raó pràctica d'Immanuel Kant (1724-1804), que intentarà fonamentar la metafísica trobant uns judicis que siguin indubtables, com els analítics, i alhora aportin coneixement, com els sintètics. Kant considera que existeix una realitat externa a nosaltres però que no coneixem perquè és anterior a les condicions imposades per la nostra manera de percebre el món. Aquestes condicions, l'espai i el temps, són dues formes pures –perquè no hi ha barreja d'experiència– que fonamenten *a priori* la intuïció sensible i organitzen el caos de sensacions. Per tant, el nostre

⁸⁵ Una ambició que encara avui dia guia bona part de les recerques científiques, per exemple, en el camp de la física teòrica.

coneixement comença en rebre una estimulació externa a través de la sensibilitat, però posseïm una altra capacitat intel·lectual, l'enteniment, que atribueix a les percepcions determinats conceptes –dividits en conceptes *a priori* i *a posteriori*– mitjançant els quals ordenem i comprenem els fenòmens. A partir d'aquí, utilitzem la raó per extreure conclusions generals i per explicar les idees que no vénen de fora –Déu, l'ànima, el món– però que també tendim a considerar objectes de coneixement. La raó aconsegueix la funció d'unificar els coneixements de l'enteniment, de la mateixa manera que aquest ho feia amb els fenòmens. La reflexió sobre les idees transcendents portarà Kant a establir els límits teòrics de la raó i a negar les capacitats de la metafísica com a ciència ja que, segons el seu parer, la manca de límits havia portat el racionalisme a cometre algunes extravagàncies (Caballero, de Echano *et al.*, 1992: 319). Això permet que la raó pugui tenir un ús pràctic i serveixi per explicar la nostra tendència a l'absolut i regular la nostra conducta per tal d'assolir la felicitat.

Tota aquesta explicació serveix per entendre com ha variat la concepció de la realitat i del coneixement al llarg de la història i poder explicar de quina manera aquest context filosòfic modifica la noció de virtualitat. L'ús del terme al s. XVIII es basa en la revolució científica que ha portat al sistema newtonià i que concep la realitat com a entitat material o, en tot cas, verificable, no a través dels sentits –perquè podrien enganyar-nos– sinó de l'experimentació, és a dir, de la mesura i la repetició, com a garantia de l'existència real. La imatge reflectida no posseeix materialitat però existeix perquè és visible i és el resultat d'un fenomen explicable que afecta un objecte real. Malgrat la importància de l'empirisme, la noció de virtualitat no podria existir sense la contrapartida idealista, és a dir, la consciència que existeixen conceptes fora del món de l'experiència que constitueixen un altre àmbit de coneixement, diferent del primer i complementari respecte d'ell. Precisament, és a Kant a qui devem la conciliació de tots dos aspectes, racionalisme i empirisme, raó i sensibilitat, sense els quals no es podria concebre la dualitat estable entre realitat material i virtualitat.

A partir del s. XIX, amb l'elaboració de la teoria dels sistemes mecànics, el terme s'emprarà per parlar del “treball virtual” o el “desplaçament virtual”. Aquí es refereix al canvi de posició infinitesimal efectuat en un sistema físic, conforme als lligams existents a l'instant considerat⁸⁶. Per consegüent, el treball virtual correspondria al treball realitzat per un sistema físic els punts del qual efectuen un desplaçament virtual. La virtualitat manté la noció de mesurabilitat pròpia de l'empirisme científic heretat del s. XVIII però, com que han millorat molt els instruments de mesura, serveix per designar magnituds tan petites, que gairebé semblen inexistents a l'ull humà (però no al de la màquina).

Amb el descobriment de la física quàntica al s. XX, el terme va passar a designar el “moment virtual” o la “velocitat virtual” d'una partícula per descriure la conducta exòtica de les partícules subatòmiques, que apareixen tan fugaçment que no podem detectar-les i, consegüentment, la seva presència s'ha d'inferir (Woolley, 1994: 47). Aquestes partícules també s'anomenen virtuals i, segons una de les teories encara no comprovades, és molt probable que aquest comportament sigui, en realitat, l'efecte del desplaçament a través de diferents dimensions però de les quals nosaltres només en podem observar una (o quatre). Tots aquests conceptes més recents segueixen les noves concepcions sobre la realitat, derivades de les teories atòmica i quàntica perquè ja no

⁸⁶ Definició del Diccionari de la Llengua Catalana de la Gran Enciclopèdia Catalana.

relacionen la realitat amb allò perceptible i verificable però tan petit que no es pot veure sinó del qual no es pot comprovar empíricament l'existència però s'infereix a partir de la teoria. És molt interessant de constatar com, en aquest cas, s'ha invertit la concepció de l'òptica del s. XVIII: mentre que allí es referia a una entitat intangible oposada a un objecte físic que la produïa, aquí es refereix exactament al contrari, a un objecte que probablement hi és però no es pot percebre directament. En introduir la possibilitat que hi hagi més de quatre dimensions, la física de partícules trenca la continuïtat –pròpia de la ciència tradicional– entre allò que es percep i allò que és. Tanmateix, aquesta teoria no està exempta de detractors, que ressusciten el vell debat entre empirisme i racionalisme: la principal crítica que s'adreça, per exemple, a la teoria de cordes és, precisament, que encara no ha generat cap hipòtesi que pugui ser comprovada, atès que els elements a què es refereix són tan petits que els nostres instruments de mesura actuals no els poden detectar. Novament l'empirisme, liderat per la Física, es situa com a jutge de la veritat i relega el racionalisme, les Matemàtiques, a l'àmbit de la teoria o, com han dit alguns especialistes en el tema, de la pura Filosofia.

El terme “virtual” també es fa servir actualment per referir-se a un dels tipus de memòria d'un ordinador (i amb això ens apropem a la noció de virtualitat que ens interessa). La “memòria virtual” va ser anunciada el 1972 per IBM, que llavors era la principal proveïdora d'ordinadors a empreses, com a solució per augmentar la rapidesa de processament de la màquina (Woolley, 1994: 46). Els ordinadors tenen dues memòries principals: la ràpida i la lenta. La primera és aquella a què el processador accedeix directament per realitzar els càlculs; la segona està formada per un xip de silici i emmagatzema la informació que no ens fa falta de manera immediata. Tanmateix, la memòria ràpida seguia presentant un problema: era cara i ocupava massa espai, la qual cosa limitava la mida dels programes i el nombre de dades que es podien processar simultàniament. L'afegiment d'una “memòria virtual” de tipus RAM permet recuperar la informació a mesura que es sol·licita, la qual es transmet sota la forma de segments –“pàgines”– que circulen des de la memòria lenta a la ràpida a través del pont virtual (Woolley, 1994: 46). Concretament, hi ha un programa especial encarregat de fer creure al sistema operatiu que existeix una unitat de disc addicional –un “disc virtual”– en el qual es poden llegir i escriure dades que desapareixen un cop tallat el subministrament elèctric. Això agilita els càlculs perquè no tota la informació està actualitzada en cada moment. En el cas de la memòria, l'adjectiu “virtual” simplement reflecteix el seu estatus dins el funcionament intern de la màquina perquè l'element electrònic encarregat de la paginació és tan real com les altres dues memòries. Pel que fa al disc RAM associat a aquesta memòria, el terme es refereix al fet que està simulat però no existeix realment. En qualsevol cas, el concepte s'entén –sempre des del punt de vista del funcionament– com un pas intermedi entre dos elements estables, és a dir, que designa allò que no posseeix entitat física i constant sinó que apareix en determinats moments o és simulat computacionalment per transportar informació d'un punt a un altre.

En conclusió, la concepció pròpia de la RV es basa en la dicotomia entre materialitat / percepció i intangibilitat / idea, entre allò que es troba fora de nosaltres i el que això mateix suscita en nosaltres. La RV és virtual perquè no la podem tocar i es basa en la creació artificial d'una estimulació sensorial que produeix una representació cognitiva. En qualsevol cas, malgrat les diferents accepcions que se succeeixen al llarg de l'evolució històrica, totes comparteixen el fet que el terme es situa en el cor mateix de la recerca científica o filosòfica sobre la realitat.

1.4.2.3. La realitat dins els ordinadors

La definició escolàstica de virtual es basava en l'oposició entre actual i virtual però Gilles Deleuze (Deleuze, 1968: 169-176) ens adverteix de l'error d'entendre "actual" com a sinònim de "possible". El possible es realitza sense que canviï res de la seva naturalesa perquè és idèntic al real excepte pel que fa a l'existència; en canvi, el virtual implica un desenvolupament d'unes característiques que es troben en estat potencial. Així doncs, la diferència entre possible i real és purament lògica, mentre que l'actualització implica un acte creatiu. En opinió de Lévy (Lévy, 1995: 14), el possible és estàtic perquè està acabat, però el virtual és ben viu i fecund perquè significa una remuntada a la problemàtica general, a l'àmbit d'on sorgeixen totes les tendències o forces que acompanyen qualsevol objecte o esdeveniment. En el cas de l'arbre i la llavor, no és que la llavor "conegui" exactament la forma exacta que tindrà l'ésser adult, sinó que el primer constitueix una actualització, és a dir, una solució d'entre moltes possibles, resultat d'un seguit de factors genètics i ambientals, al problema general que se li plantejava o que, més aviat, constituïa la llavor (Lévy, 1995: 14). Així doncs, la noció de virtualitat es situa en el marc d'una distinció entre quatre pols: real / possible, actual / virtual. Mentre que el real s'assembla al possible, l'actual no s'assembla al virtual sinó que hi respon a través de la realització d'un moviment invers, que porta de l'entitat concreta a la problemàtica general, a la potencialitat. La relació de l'actual al virtual és, en certa manera, d'efecte a causa. La millor manera d'explicar la relació que s'estableix entre els quatre pols és a través d'un esquema, que he adaptat de (Lévy, 1995: 142).

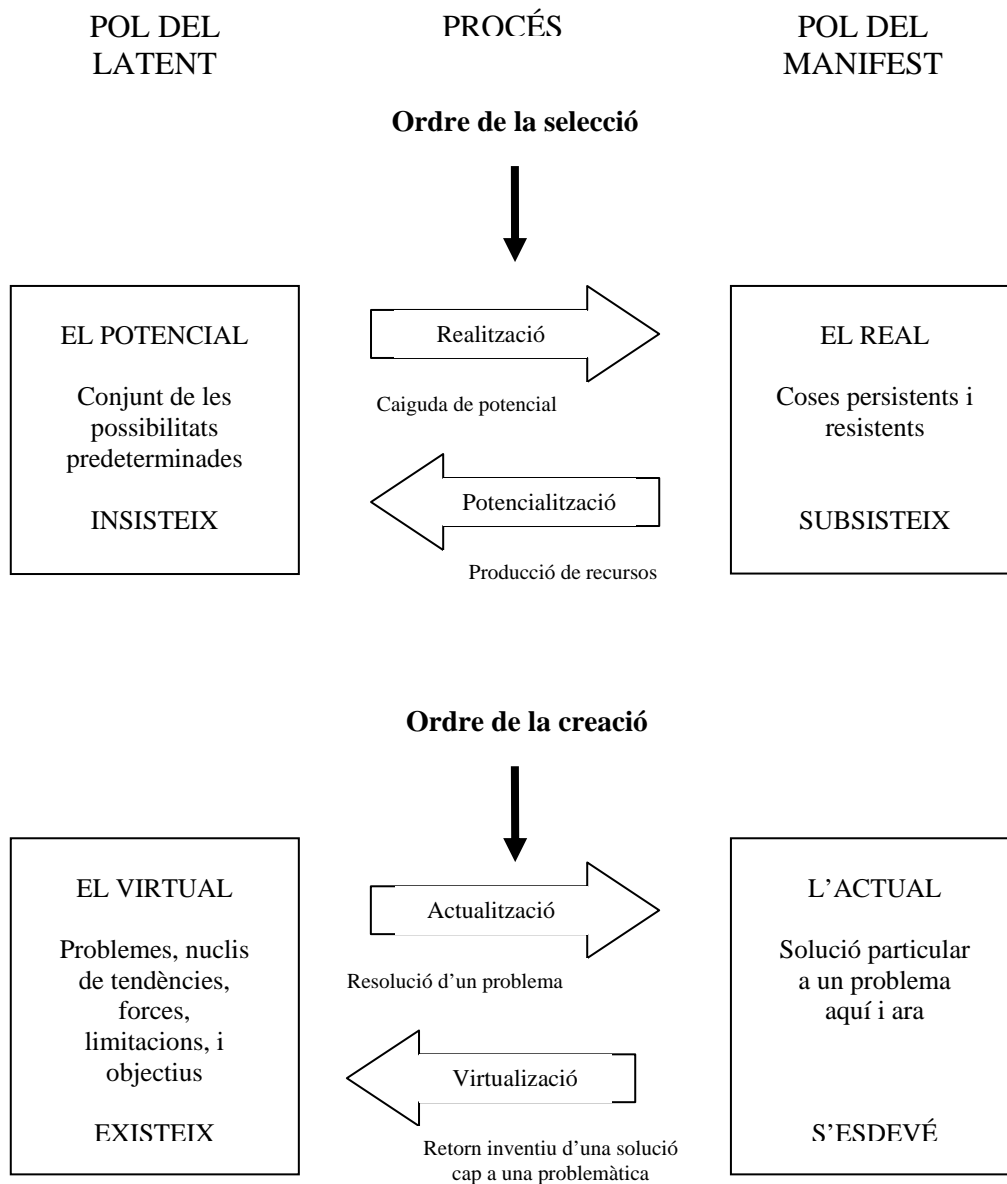


Figura 11: esquema de relacions entre quatre pols que permet definir la noció de virtualitat segons Pierre Lévy (Lévy, 1995).

Diu Pierre Lévy, en una de les explicacions sobre la virtualització que em semblen més paradigmàtiques (Lévy, 1995: 16):

“La virtualisation n’est pas une déréalisation (la transformation d’une réalité en un ensemble de possibles), mais une mutation d’identité, un déplacement du centre de gravité ontologique de l’objet considéré: au lieu de se définir principalement par son actualité (une «solution»), l’entité trouve désormais sa consistance essentielle dans un champ problématique. Virtualiser une entité quelconque consiste à découvrir une question générale à laquelle elle se rapporte, à faire muter l’entité en direction de cette interrogation et à redéfinir l’actualité de départ comme réponse à une question particulière.”

Des d’aquest punt de vista, la virtualització computacional també és una forma concreta, una possibilitat entre d’altres, que s’escau plenament amb l’ús científic que jo

proposo perquè l'actualització apareix llavors com la solució a un problema concret, una solució que no estava continguda en l'enunciat i que sorgeix com a conseqüència d'una configuració dinàmica de forces i finalitats. Això no és altra cosa que la interacció entre la persona i la màquina. Per tant, un model virtual es converteix en un espai general de solució de problemes, sobre el qual es situa l'èmfasi ontològic, convertit en epistemològic perquè permet actualitzacions "cognitives". Aquesta és la raó per la qual el VH no es pot considerar RV pròpiament dita, perquè adopta només el sentit de transformar la realitat en una fotografia numèrica en lloc d'explotar el potencial del dinamisme interactiu del model computacional. I, per altra banda, ens mostra que la "virtualitat" és una propietat de la realitat però sobretot de l'espècie humana i el seu cervell tan especial, que crea entitats no tangibles o fins i tot abstractes per comprendre i manipular l'entorn. En paraules de Rafael Sospedra (Santacana i Serrat, 2005: 348):

"La presencialidad es un residuo aún necesario, que define a los seres humanos como animales. La virtualidad es un hito irrenunciable de la condición humana. Somos humanos en buena parte gracias al hecho virtual. Gracias a él, hemos podido diseñar antes de realizar, de codificar elementos, de describir. Somos seres virtuales que utilizamos la presencialidad."

Tornant al món que ens envolta, les especials característiques de la RV ens retornen a la definició tradicional de realitat. Des del punt de vista de les representacions, la RV és diferent de les formes anteriors, com ara els quadres o les fotografies, ja que, gràcies a la numerització, no només es contempla, sinó que es pot manipular. En altres paraules, adquireix les mateixes característiques que els objectes reals perquè fa possible la seva percepció sensorial i l'establiment d'una interacció. La RV es basa en la definició de la realitat que l'entén com una entitat física, aprehensible a través dels sentits i per això intenta simular aquesta qualitat. La RV és "real" perquè les imatges existeixen independentment de nosaltres, s'han generat fora del nostre cap i suscitaven percepcions que poden ser intercanviades entre persones diferents⁸⁷ (Echevarría, 2000: 69), i volen simular el món físic⁸⁸. La RV és "virtual" perquè estimula **artificialment** els sentits per tal que tinguem la impressió que interactuem amb un món físic, la naturalesa del qual no es correspon veritablement amb les percepcions que n'obtenim. La definició que en fa Philippe Coiffet és la següent (Coiffet, 1995: 14):

"En effet, on a défini un système de RV comme la réalisation d'un monde n'ayant aucune réalité physique, mais donnant à l'utilisateur, par excitation adéquate de tout son système sensoriel, une sensation avec l'impression parfaite⁸⁹ d'être en interaction avec un monde physique."

Seguint aquesta definició de realitat, allò veritablement real són els cables, els processadors i les bombetes que formen la màquina; el virtual són les figures que evocuen en nosaltres els seus patrons d'activació (Cadoz, 1995: 17). Com que reproduïxen una distribució de llum o d'ones sonores o de forces i pressions similars a les que hauria presentat l'objecte real, posen en marxa els mecanismes del nostre sistema perceptiu, que reconeixen l'objecte real talment com si fos present. La RV és virtual perquè està enganyant els nostres sentits i per això alguns autors (Durlach i Mavor, 1995: 93; Kalawsky, 1993: 4) l'anomenen "entorn sintètic". En aquest sentit, és

⁸⁷ La concepció de la realitat implica la repetició com a indicador de permanència.

⁸⁸ Malgrat que els primers exemples de RV, provinents de la ciència – ficció, simulessin móns fantàstics.

⁸⁹ En cursiva a l'original.

interessant retenir la definició que en fa Roy S. Kalawsky (Kalawsky, 1993: 4), per veure com varia respecte de l'anterior:

“Virtual environments are synthetic sensory experiences that communicate physical and abstract components to a human operator or participant. The synthetic sensory experience is generated by a computer system that one day may present an interface to the human sensory systems that is indistinguishable from the real physical world.”

Aquesta definició posa l'èmfasi en el fet que es tracta d'una simulació artificial – sintètica– i, com l'anterior, considera que l'objectiu és reproduir el món físic. El que cal destacar és que aquí s'entén la RV com una eina comunicativa, que serveix per transmetre missatges de naturalesa física i **abstracta** a partir de la simulació d'un entorn físic. En el primer cas, en canvi, la RV es limita a atorgar entitat sensorial a una cosa que no en té o, fins i tot, que en posseeix una altra, la interfície. Així doncs, podem afirmar que en una reconstrucció virtual participen o se succeeixen tres estadis ontològics diferents⁹⁰:

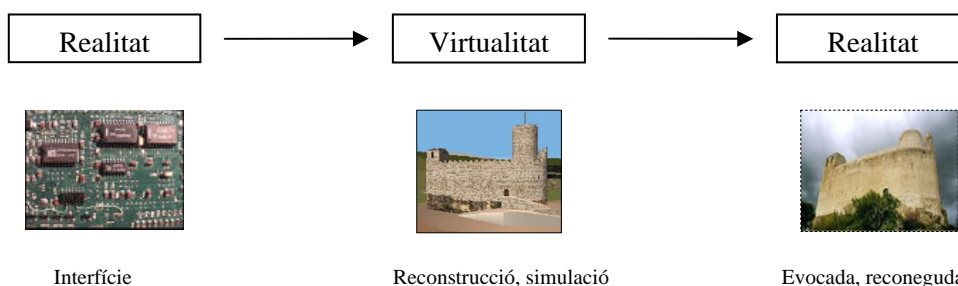


Figura 12: la RV conté tres nivells ontològics diferents.

La característica essencial dels ordinadors és que, per la seva naturalesa, imposen una forma pivot universal, el senyal, per la qual passen totes les correspondències (Cadoz, 1995: 82). En el cas concret de la imatge, aquest senyal és assimilable als pigments de les pintures però amb la diferència que no és accessible als nostres sentits i posseeix una doble naturalesa: la de l'impuls electrònic i la dels píxels que apareixen a la pantalla, que corresponen als dos nivells de virtualitat generats per l'ordinador. En aquest cas, la virtualitat s'entén també com a sinònim de potencialitat: la reconstrucció existeix dins de l'ordinador però només es fa present si l'activem, com passaria quan encenem la llum i se'ns fa present l'habitació que es trobava a les fosques (Echevarría, 2000: 29). Com va fer Pierre Lévy amb el virtual en general, nosaltres també podem caracteritzar la virtualitat computacional a través de parells oposats: físic / electrònic, analògic / digital, presencial / representacional.

Com veurem més endavant, quan parlem de la RV des del punt de vista de les computadores, els dos nivells de virtualitat de l'ordinador estan jerarquititzats seguint una lògica concreta que va d'una virtualitat més a menys abstracta i, per tant, de més a menys computable. En realitat, hem passat d'un tipus d'operacions a un altre, del més lògic, corresponent al funcionament intern de l'ordinador, al més intuïtiu, que són les imatges. Això implica un desplaçament de l'èmfasi cap a la percepció i,

⁹⁰ Reprendré aquesta reflexió sobre els tres nivells de realitat de la RV quan tractem el tema de les representacions externes a la III part. Llavors em referiré a tres nivells de corporeïtat de la RV respecte de les imatges convencionals.

conseqüentment, augmenta la importància del realisme⁹¹. Per això Kalawsky acabava la seva definició amb una previsió de futur sobre les capacitats de simulació de la realitat per part de la tecnologia. Aquí es troba l'origen de la definició tecnològica de la RV⁹², que l'entén com un mitjà tecnològic que permet simular sensacions realistes destinades a replicar –i no només simular– el món real. L'opinió de Larry Stevens (Stevens, 1994: 8) és que:

“In theory, these systems should, from the users perspective, exactly replicate reality. In other words, the user should not be able to discern whether the world he or she is interacting with is real or merely virtually real.”

En primer lloc, això no obsta perquè, fins i tot en el cas que la tecnologia fos capaç de generar reconstruccions perfectes, haguéssim d'activar allò que es coneix amb el nom de “suspensió de la incredulitat”, una acció voluntària que ens porta a oblidar que es tracta d'una representació i considerar les imatges com si fossin la realitat mateixa (Steuer, 1995: 50; Stevens, 1994: 3). La suspensió és necessària perquè el realisme només es dirigeix al sistema perceptiu i aquest reconeixeria les imatges, independentment del grau de precisió en la representació; el que cal és “entrar en el joc” i acceptar que aquelles imatges representen la realitat i, per tant, ens permeten realitzar inferències cognitives i, fins i tot, científiques. Tanmateix, el realisme també facilita la realització d'aquesta suspensió, bàsicament a través de quatre elements (Stevens, 1994: 4): la qualitat de les textures, el punt de vista, la velocitat de renderitzat i el nombre de sentits involucrats.

En segon lloc, si les simulacions són realistes al cent per cent, com distingim la RV del món real? Novament, el que separa una i altre és la presència física però cal més que això quan les simulacions són cada cop més perfectes i abasten més sentits: situats **dins** d'un dispositiu ideal de RVI que repliqués perfectament la realitat, no podríem esgrimir aquest argument perquè el món simulat ens semblaria igual de físic, immersiu i manipulable que la realitat. Per això mateix, ¿com sabem que aquest món nostre, que percebem i que considerem la realitat última, no és una d'infinites dimensions possibles o, fins i tot, una simple simulació? No sé com resoldre aquesta qüestió concreta, no és rellevant per la qüestió que ens interessa, però sí crec que la manera de distingir el real de la RV i d'evitar de caure en l'abisme que ara plantejava és acceptar que sempre hi ha un “fora” i un “dins” de la simulació, és a dir, que necessitem que es produeixi una copresència per poder comparar la RV i el món real, que considerem metafísicament estable (Heim, 1993: 133). La RV es pot distingir tant dels fenòmens purament psíquics com dels reals: en el primer cas, pel fet que els somnis, les imatges mentals o les al·lucinacions no necessiten cap *input* sensorial; en el segon, perquè la realitat no necessita cap intermediari per ser percebuda, mentre que una reconstrucció virtual no pot actualitzar-se sense una interfície (Steuer, 1995: 49). A més, la realitat imposa un seguit de condicions, com ara el pas inexorable del temps –no podem repetir cap esdeveniment–, la inalterabilitat del nostre cos físic –no podem convertir-nos en ocell, per exemple–, o bé la seva fragilitat, que ens obliga a tenir cura i a ser conscients que la seva durada està acotada (Heim, 1993). I, sobretot, cal replantejar-se els objectius de la RV: no es tracta de substituir la realitat sinó de situar-la en una altra dimensió, amb les seves pròpies regles, per tal d'extreure'n informació. Diu Philippe Coiffet (Coiffet, 1995: 14):

⁹¹ Concepte que debatré més endavant, a les conclusions de la secció sobre “Realitat Virtual i percepció”.

⁹² Aprofundiré en la definició tecnològica en un apartat subsegüent.

“Ce qu’il faut comprendre ensuite, c’est qu’il n’est pas nécessaire d’aller jusqu’à cet aboutissement [la impressió perfecta d’interactuar amb un món físic] pour fabriquer des systèmes utilisables⁹³ et utiles, c’est à dire, répondant à un besoin, ou correspondant à une amélioration efficace dans la résolution d’un problème abordé avec d’autres technologies qui ne donnaient pourtant pas jusqu’à alors une entière satisfaction”

La RV aporta una millora respecte d’altres enginys anteriors i és que simula artificialment l’aparença i el comportament del món real. Si això es considera un avantatge significa que aquesta tecnologia estava destinada a un objectiu, a la solució d’un problema concret, la qual cosa descarta la reproducció realista de la realitat simplement pel propi realisme: no cal que la reconstrucció sigui perfecta perquè n’hi ha prou amb què serveixi per resoldre el problema que ens plantegem. En conclusió, no hi ha un trencament entre el real i el virtual sinó que són dimensions contigües d’una mateixa cosa (Weissberg, 1989: 16-17): la RV produeix un desplaçament des de l’ontologia a l’epistemologia i els seus objectes es comporten com els reals però no posseeixen entitat física.

Quin sentit té replicar exactament la realitat, més enllà de l’ambició purament tecnològica, l’entreteniment o el desig d’evadir-se de la pròpia realitat? Hem tornat altra vegada a la “*fuga mundi*” que propugnaven els autors literaris del Segle d’Or espanyol i, posteriorment, del Romanticisme i el Modernisme, amb l’avantatge que ara no ens hem de conformar amb imaginar-los sinó que hi podem entrar dins, podem fer-los més reals? La meua preocupació és, en aquest cas, si són necessaris tants esforços per aconseguir un desig que es podria satisfer mitjançant alternatives menys costoses. Sense voler destruir la riquesa d’usos possibles de la RV⁹⁴, crec que el fet que es tracti d’una simulació computacional ens ha de portar a aprofitar les característiques específiques d’aquesta tecnologia. Especialment quan, la majoria de vegades, no es reconstrueixen móns ideals sinó la pròpia realitat. De què serveix interactuar amb una rèplica exacta si tenim més a l’abast el món físic? Precisament, l’avantatge d’una representació rau en el fet que no es idèntica, sinó que emfasitza un o altre aspecte per aproximar-nos-hi d’una manera més útil per la comprensió o l’explicació: es tracta de mirar-s’ho des de la distància cognitiva o, reprenent el qualificatiu de la dimensió a què feia referència en el paràgraf anterior, epistemològica. La importància d’aquesta diferència s’ha postulat des de diferents àmbits, com ara la teoria de la percepció de James J. Gibson, la teoria del conflicte en l’aprenentatge de Jean Piaget, l’aproximació cibernètica al pensament de Gregory Bateson, la funció de les representacions segons Arnheim o dels models segons Fischler i Firschein⁹⁵, i tots insisteixen en la seva necessitat de cara a l’adquisició del coneixement adequat a la tasca que s’està realitzant.

Diversos autors que han expressat la seva concepció de la RV ho entenen així i per això han integrat aquest matís en la definició proposada en els seus escrits. Per exemple, Javier Echevarría planteja una noció de RV basada en les característiques establertes fa més de trenta anys per al que llavors s’anomenava “Realitat Artificial”: és immersiva, interactiva i està generada computacionalment (Echevarría, 2000: 31). Però també

⁹³ En cursiva a l’original.

⁹⁴ Heim (Heim, 1993: 133) opina que la diferència amb la realitat és necessària perquè les reconstruccions virtuals corresponen a representacions mentals i, per consegüent, estan relacionades amb la imaginació i la creació de móns alternatius als quals evadir-se.

⁹⁵ Els veurem tots en els seus apartats corresponents.

considera que es tracta d'un "nuevo tipo de método científico, útil para observar, probar, experimentar y enseñar" (Echevarría, 2000: 50). Tomás Maldonado va encara més enllà ja que considera que la diferència entre realitat i RV enriqueix la nostra experiència de la primera. Per ell la RV és un tipus concret de simulació de la realitat, que presenta la particularitat de fer servir interfícies tecnològiques per penetrar en un món tridimensional generat per ordinador (Maldonado, 1994: 101). El seu objectiu és (Maldonado, 1994: 65):

"... enriquecer nuestra experiencia y hasta procurarnos más experiencia de la que habríamos podido obtener sin la mediación de lo imaginal, en una relación, digamos, empírica⁹⁶ con la realidad."

Com veurem més endavant, a l'apartat sobre representacions mentals, les imatges – com qualsevol altra representació – posseeixen un valor cognoscitiu fonamental. Si l'experiència directa amb la realitat és bona, la introducció d'una representació és ideal per aquells casos en què volem adquirir una informació que no es troba directament disponible en el món físic –com per exemple, en el cas de l'Arqueologia–, per causes espacials o temporals. La RV millora la nostra comprensió de la realitat tot superposant-hi una dimensió epistemològica, però cal anar amb compte amb la contradicció inherent a aquesta relació, ja que "augmenta" l'experiència real però al mateix temps ens n'allunya perquè es tracta d'una simulació virtual de gran realisme. Com afirmava Gombrich, l'assoliment d'un realisme absolut enforteix i alhora debilita la nostra relació amb la realitat.

I.4.3. Representació pictòrica de la realitat

Com a representació de la realitat a través d'imatges que contenen paràmetres de forma, color, llum, etc., la creació de models virtuals planteja les mateixes qüestions sobre la representació plàstica de la realitat que els quadres artístics. Encara més: veient l'evolució de l'Art pictòric, des del Renaixement fins a la invenció de la fotografia i el cinema, en la seva constant recerca de solucions per aconseguir una representació més realista –l'exemple més representatiu seria l'impressionisme–, podem concloure que les reconstruccions virtuals, constitueixen el darrer estadi en l'evolució del sistema de representació occidental. Diu José Antonio Fernández Ruiz, de la Universitat de Granada (Fernández Ruiz i González Garrido, 2002):

"La imagen sintética digital, producto de procesar un conjunto de polígonos de un modelo de arquitectura, sometidos a unas condiciones virtuales de iluminación, constituye el último eslabón abordable en el proceso histórico de acercamiento a la representación de la realidad. Esta carrera tiene su inicio en las pinturas rupestres y continúa avanzando a gran velocidad. Si, por su carácter técnico, soslayamos a la geometría descriptiva de Monge, y a la isometría de William Farish, podríamos decir que el anterior hito gráfico, en la línea de evocar la percepción visual de los objetos circundantes, fue la perspectiva cónica del Renacimiento. Además, esta técnica es la precursora de la imagen digital de síntesis porque también estaba destinada a evocar la emoción que, en ocasiones, se produce ante la observación de la obra de arquitectura."

⁹⁶ En cursiva a l'original.

La meua recerca sobre les bases teòriques i l'evolució tecnològica de la RV m'ha portat a la mateixa conclusió i, per tant, coincideixo amb ell a l'hora de considerar la modelització computacional com a darrer estadi en l'evolució de les formes de representació pictòrica de la realitat⁹⁷. I aquesta també és la conclusió a què arriba Lidunn Mosaker en la seva reflexió eclèctica sobre la RV (Mosaker, 2001: 5). És el darrer estadi perquè al realisme visual hi ha afegit la simulació dinàmica del món, és a dir, que la imatge ja no és estàtica sinó que, gràcies a la computació virtual fins i tot es pot representar el comportament. Per altra banda, per què la pintura i no la fotografia? Fixem-nos, que tant José Antonio Fernández Ruiz com jo mateixa, ens referim a les imatges **sintètiques** digitals, és a dir, les que resulten d'un procés manual, creatiu, de modelització, i no pas les que provenen de la fotografia digital. Malgrat que llur objectiu últim –la plasmació de la realitat– pot coincidir, no hi ha una relació de parentiu entre elles, perquè la fotografia i la pintura es van deslligar i van seguir camins diferents però connectats des del s. XIX. Amb això vull dir que no hem de pensar en cap cas que les reconstruccions virtuals provenen de les imatges numèriques perquè la “modelització de sòlids” –vegeu (Pujol, 2002a: 52)– és anterior a l'aparició dels aparells d'enregistrament digital.

Així doncs, des dels inicis dels gràfics computacionals ara fa trenta anys, el realisme visual ha estat un objectiu prioritari (Durand, 2002: 111; Gooch i Gooch, 2001: 10-11; Green, 1999: 2-1; Roussou, 2003: 46), com també ho va ser en la pintura, des del perspectivisme fins a la fotografia o el cinema. Però cal evitar de caure en l'error de considerar que l'evolució del realisme és sinònim de progrés en les representacions pictòriques occidentals perquè equivaldria a considerar que la única finalitat de l'art és el realisme i això no és cert. Sense anar més lluny, l'Art contemporani ha arrancat de soca-rel la idea que la representació perspectivista de l'espai posseeixi per ella mateixa un valor artístic absolut. Però la demostració definitiva d'aquesta qüestió és que la televisió és totalment realista i no es considera Art (Maldonado, 1994: 56). El mateix passa amb la fotografia: no qualsevol imatge es considera digna d'estar en una exposició pel simple fet de retratar el món, sinó que ha de contenir determinades qualitats plàstiques o de contingut. La meua impressió és que, a partir de l'adveniment de la tecnologia, es poden observar dues tendències divergents en la història de les representacions. Aquesta situació comença amb la invenció de la fotografia al s. XIX, que allibera l'Art del pes de la representació fidedigna de la realitat i llavors aquest es dedica a explorar nous llenguatges de representació i nous objectius, més simbòlics.

Actualment, sembla que, mentre l'Art pictòric defuig el realisme –que la presència de la fotografia hauria reduït a un exercici virtuosístic–, les tecnologies computacionals el cerquen de manera obsessiva, fins el punt que s'ha convertit en un objectiu primordial. En alguns àmbits de coneixement –Medicina, Arquitectura, Enginyeria, simulació de vol, etc.– aquesta identificació total amb la realitat és absolutament crítica perquè en depèn l'acompliment de les tasques o, fins i tot, la vida de les persones. Però en d'altres no és tan necessària i sovint s'ha adquirit per altres motivacions, com ara en el cas del VH, en què la RV es presenta com una finestra al passat i el realisme serveix per donar credibilitat a la reconstrucció: l'Arqueologia cerca autenticitat i exactitud, en la representació del passat, mentre que el disseny gràfic vol millorar la tecnologia i no es preocupa tant dels continguts; la combinació d'aquestes dues tendències ha

⁹⁷ Tanmateix, no estic d'acord amb la creença de l'autor, derivada de la seva formació arquitectònica, que sigui la representació més perfecta perquè és la més natural. Els arguments en contra d'aquesta idea seran exposats a la secció sobre RV i percepció visual del capítol dedicat a la percepció.

consolidat la confusió de les dues coses i ara el realisme visual és sinònim de veracitat (Roussou, 2003: 47). Tanmateix, fins i tot en el cas de la tecnologia, com ja va passar amb la pintura, s'està començant a superar aquesta obsessió per la "perfecció visual": a mesura que l'àmbit madura, es comencen a tenir en compte altres ideals que, tal com es proposa de fer Maria Roussou en un dels seus articles (Roussou, 2003), demostren que pot existir RV més enllà del fotorealisme –al qual em referiré més extensament a l'apartat anomenat "De Giotto a la Silicon Graphics"– i, precisament, aquestes aplicacions s'associen amb l'Art o... amb la Pedagogia, és a dir, que es busquen formes de representació més adequades a l'expressió de continguts intel·lectuals⁹⁸.

Malgrat que, com ja hem vist, el realisme no és la única qualitat que defineix l'art pictòric, sí que és evident que hi ha jugat un paper molt important. Quin n'és el motiu? Per què, en comparació amb les altres cultures, el sistema de representació occidental ha patit aquesta evolució concreta? Una primera raó és, segons alguns, que la tendència al naturalisme és consubstancial a la naturalesa humana. La meua opinió és que el realment inherent a l'*Homo sapiens* és la seva "necessitat" de crear representacions visuals com a mitjà de "re-coneixement" del món exterior, de comprensió d'aquest i comunicació entre nosaltres. Els arguments que demostrarien la invalidesa de la primera afirmació són diversos. En primer lloc, la iconografia prehistòria i protohistòrica no és realista però acomplia perfectament la funció atorgada pel seu marc cultural. Si el naturalisme fos la forma de representació més perfecta i pròpia dels humans i les humanes, no hi hauria un Art Llevantí després de les admirables pintures de Chauvet (Vallon-Pont-D'Arc, Ardèche, França), ni trobaríem raríssims exemples de representacions faraòniques frontals a la XVIII^a dinastia⁹⁹, que ens demostren que les regles iconogràfiques egípcies van resultar d'una tria voluntària. Un altre argument prové de la manca de reconeixement de fotografies per part de comunitats preindustrials contemporànies, tot i que cal utilitzar aquests estudis amb molt prudència perquè pateixen forts biaixos etnocentristes (Maldonado, 1994: 41-42, 45). Si no comprenen el contingut de les imatges és perquè no han estat en contacte amb el sistema de representació occidental, la qual cosa demostraria que no es tracta d'un sistema natural sinó adquirit en un context cultural concret. La fixació progressiva d'aquesta forma de representació perspectivista es pot seguir a través de l'evolució dels dibuixos infantils, que es produeix sempre en un context escolar¹⁰⁰. En realitat, tots els éssers humans tenim la mateixa percepció del món, però el que s'aprèn és la seva associació amb una determinada forma de representació que és convencional, per molt que intenti reproduir de la manera més exacta possible –a través de la perspectiva– la seva projecció retinal (Arnheim, 1987: 145; Maldonado, 1994: 39).

Havent vist que la representació naturalista no és inherent a les nostres característiques cognitives, hem de concloure que es deu a una evolució cultural concreta. Quins factors l'han determinada? Parlem, primer de tot, de la relació entre la perspectiva i la percepció del món. Aquest ha estat el tema central d'un debat molt

⁹⁸ Aquestes tècniques corresponen a la "Low Cost VR" i el "Non-photorealistic rendering", que tractaré quan parli de la interactivitat com a nova forma de comunicació, concretament, en l'apartat dedicat a la interactivitat en els ordinadors.

⁹⁹ Un equip del CSIC va descobrir davant unes tombes encara per explorar de la Vall dels Reis, a Egipte, una làmina de fusta fragmentada amb una representació frontal d'un faraó. Sembla que pertany a l'època de Tutmés III –ca. 1450 a. C.– i podria haver estat realitzada per un escriba.

¹⁰⁰ Aquesta qüestió apareix desenvolupada més endavant, a la secció sobre realisme i realitat virtual del capítol de percepció. He preferit situar-la íntegrament en aquest capítol específic per raons de coherència del discurs, ja que fa servir informació derivada dels estudis sobre percepció visual.

fecund i avui dia pràcticament tancat, en el qual va participar de manera decisiva Erwin Panofsky. La conclusió general que en podem extreure és que la invenció de la perspectiva va ser revolucionària a l'hora de representar la realitat de manera versemblant però que posseeix una naturalesa convencional. Gioseffi va resumir aquesta idea en una frase d'allò més eloqüent [(Gioseffi, 1980: 157), citat a (Maldonado, 1994: 22)]:

“En cuanto lenguaje o sistema de signos, la perspectiva es arbitraria o convencional; en cambio, es natural como ley adecuada para describir un conjunto de fenómenos físicos y perceptivos.”

La idea fonamental d'aquesta afirmació és que la relació entre realitat i representació no és una qüestió que s'hagi de resoldre al nivell metafísic –determinar si abstractament existeix una correspondència biunívoca entre les claus pictòriques de la profunditat i el món real– sinó en el pràctic o iconogràfic, per saber si la perspectiva funciona com a representació plausible i operativa de la nostra percepció de la realitat. La meua opinió sobre el realisme de la RV –que presentaré més detalladament a la secció sobre realisme i RV i que fonamenta l'apartat sobre representació del coneixement d'aquest capítol– també es pot situar, com l'aportació de Gioseffi, en una perspectiva neokantiana. El principal problema de la noció tradicional de la perspectiva és que prové d'una concepció exclusivament artística, que l'entén com una manifestació simbòlica i plàstica, deixant de banda les implicacions metafísiques que conté. La perspectiva no és únicament el resultat d'una cerca artística, sinó que també depèn d'altres factors, aliens a l'Art, com ara la geometria clàssica o l'òptica medieval (Maldonado, 1994: 26-27). Per aquest motiu es pot afirmar que no existeix cap trencament entre les representacions pictòriques renaixentistes i les medievals, ja que la perspectiva no va aportar res que no es trobés ja a les teories geomètriques, astronòmiques o geogràfiques d'Euclides, Arquímedes o Ptolomeu i que van ser transmeses a l'Edat Mitja pels autors àrabs, com per exemple, Alhazen (965-ca.1040), les obres del qual van ser transcrits i divulgades pel monjo polonès Witel (Maldonado, 1994: 27).

Però potser la influència més rellevant des del punt de vista històric va provenir de René Descartes, que va sintetitzar i desenvolupar moltes de les aportacions anteriors fins a construir una concepció original de l'espai, la quadrícula cartesiana. Aquesta quadrícula, que es pot considerar una articulació de l'espai de l'ideal platònic (Penny, 1994: 200), divideix l'espai en unitats numèriques (coordenades) i això afavoreix la construcció de formes pures, cristal·lines, que poden ser expressades mitjançant equacions algebraiques i numèriques que relacionen les coordenades. Aquesta forma d'entendre l'espai serà cabdal no només per la ciència –com a premissa del mètode científic, la geometria no euclidiana i l'enginyeria teòrica– sinó que també determinarà les representacions artístiques del món. A partir d'ara, l'espai pictòric s'entendrà com un sistema de plans organitzats en un sistema tridimensional, susceptible de ser mesurat i representat amb precisió a partir d'un esquelet geomètric intern. Així doncs, la forma de representar el món a la pintura occidental procedeix d'un conjunt de convencions establertes durant el Renaixement i estretament lligades al sorgiment de l'empirisme, el racionalisme i l'humanisme.

Tomás Maldonado considera que l'origen del model representatiu occidental es troba en el mirall, en què s'aprèn la mecànica del seu funcionament i també serveix de font primera de comprovació de la fiabilitat de la representació (Maldonado, 1994: 53). El

mirall es troba a la base dels *trompe-l'oeil* decoratius pintats amb gran virtuosisme que decoraven les parets interiors de les cases riques romanes (Maldonado, 1994: 54). El seu objectiu era produir un efecte de tridimensionalitat a partir d'un suport en dues dimensions i d'aquesta manera, dotar l'entorn real de nous espais i narratives no tangibles que, per tant, podem considerar virtuals. Però, sense cap mena de dubte, la major influència prové de la funció didàctica - religiosa de la iconografia cristiana. Atès que la major part de la població no tenia accés als textos sagrats, l'Església va impulsar la realització als temples d'un elaborat programa iconogràfic destinat a fer més intel·ligible el seu missatge. Aquesta funció comunicativa de la imatge religiosa, aprofitant les particulars capacitats de la imatge, es troba a la base de tot el sistema de representació occidental. Tomás Maldonado ho enfoca des del punt de vista de l'heretgia iconoclasta que va sacsejar l'Imperi bizantí entre els s. VIII i IX, ja que considera que el fracàs d'aquesta doctrina ha estat decisiu pel procés de fundació de la cultura occidental (Maldonado, 1994: 28). El conflicte es va estendre oficialment des del 726 d. C., quan Lleó III l'Isauri va promulgar un decret prohibint la veneració d'imatges, fins el 843 d. C., en què el Concili d'Ortodòxia, patrocinat per l'emperadriu Teodora II, va cloure definitivament el canvi de política iniciat per Irene a Nicea el 787 en condemnar definitivament la iconoclàstia (A.A.D.D., 2003). Si el conflicte va durar tant de temps i va tenir conseqüències tan importants per a l'imperi és perquè no es debatia únicament una qüestió purament teològica, sinó que hi havia altres interessos en joc. En primer lloc, es tractava d'una pugna per la supremacia entre el poder imperial i el papal. I per a l'Església també es posava en entredit un dels principals mitjans de proselitisme: les imatges eren fonamentals per propagar la fe, de manera anàloga a la funció simbòlica que havien acomplert a l'Imperi romà, a Grècia, Egipte o Mesopotàmia. Tots els grans imperis estan fonamentats, des del punt de vista simbòlic, en el poder comunicador i legitimador de les imatges.

La idea que defensa Maldonado és que, com a conseqüència de la profunda crisi provocada per la iconoclàstia, l'Església va reforçar la seva política iconogràfica no només quantitativament, sinó qualitativament, és a dir, cercant un major verisme en les representacions per tal que s'acceptessin com a veritat (Maldonado, 1994: 31). L'operació és ben senzilla i aprofita un dels mecanismes bàsics del nostre sistema perceptiu: com més s'assembla al món real, més ho acceptarem com a veritat perquè tenim tendència a creure les informacions que ens arriben dels sentits abans que una explicació verbal. Aquest mateix principi és el que aplica la revolució científica, per molt contradictori que pugui semblar a primer cop d'ull. Tot i que l'empirisme rebutja la veracitat de qualsevol afirmació que no es pugui contrastar, com ara les que provenen de la fe, utilitza el mateix mètode de comunicació, però ara adaptat a la comprovació d'hipòtesis. Com afirma Susan Sontag (Sontag, 1973), l'era de la incredulitat va consolidar la dependència de les imatges perquè aquestes s'entenen no pas com a expressió d'uns fets sinó com a objecte d'estudi, com a representació directa de la pròpia realitat. La RV portaria aquest principi a les seves últimes conseqüències, ja que aconseguiria que les imatges siguin interactives i que, per tant, el seu contingut es pugui manipular com en els experiments d'observació i contrastació científics.

Però el veritable origen del realisme en la representació espacial es troba, sempre segons Maldonado, a la corporeïtat de les figures de cera, que va influir en la pintura. La ceroplàstica, com fins llavors l'escultura, proporcionava noves idees de cara a la representació dels volums. Però la seva aportació particular va provenir del detallisme: com que la funció de les figures de cera era assemblar-se el màxim possible al model

original, havia de reproduir tots els detalls per tal de crear un efecte de veritat (Maldonado, 1994: 32). La tradició realista de les figures de cera es va estendre als autòmats, que no només reproduïen la figura sinó també el seu moviment (Maldonado, 1994: 34). Aquest és el principi subjacent a la RV, que constitueix el representant del realisme dinàmic a l'àmbit pictòric, de la mateixa manera que els autòmats ho són en l'àmbit escultòric, passant per les figures de cera com a estadi intermedi.

Un altre element a tenir en compte és la transferència dels recursos narratius teatrals cap a la pintura i l'escultura religioses. L'objectiu d'aquesta adopció era augmentar l'eficàcia comunicativa. Per això s'abandona progressivament el model de figures hieràtiques i atemporals, i s'adopta –sobretot a partir de Giotto i, posteriorment, Massaccio– un estil de formes arrodonides, amb una seqüencialitat narrativa, lligada a un major realisme del fons de l'escena (Maldonado, 1994: 34-36). El teatre és com un quadre, ja que fins i tot posseeix un marc –l'escenari– i permet comunicar la realitat a través dels fets mateixos. Aquesta era l'essència que es va transmetre des de les representacions teatrals sacres cap a les representacions –valgui la redundància– pictòriques i escultòriques situades en el mateix context: els edificis religiosos. Finalment, també s'hi podria afegir, ara pensant en els continguts de les reconstruccions virtuals arqueològiques, la influència de l'Arquitectura o, més exactament, de la concepció escultòrica d'aquesta, provinent originalment de la Grècia clàssica i transmesa secularment cada vegada que aquest art reprenia els cànons clàssics. Per aquest motiu les reconstruccions virtuals no mostren espais interiors o espais viscuts sinó edificis entesos com a objectes immutables, valorats essencialment per les seves qualitats estètiques externes (Champion, 2005: 2).

La conclusió és que tots aquests factors han fet de la nostra una cultura “hipericonitzada”, que alguns autors han estat temptats d'associar a *l'Homo sapiens* i la seva capacitat lingüística, atès que, de moment, no s'ha pogut demostrar que cap altre grup humà de la prehistòria abans que el nostre hagi realitzat representacions pictòriques o escultòriques. De les representacions artístiques i la seva capacitat de realisme en tornarem a parlar al capítol de percepció, que té com a objectiu, precisament, el debat sobre aquesta qüestió en el cas concret de la RV.

I.4.4. La creació d'altres móns

Les característiques tan especials del cervell humà li permeten imaginar i plasmar de diverses maneres móns, éssers o objectes que no existeixen: a través de la mitologia, de les arts, de la narrativa, de les pel·lícules... i ara, gràcies a les capacitats dels ordinadors, també a través dels entorns simulats computacionalment, els principals representants dels quals són els videojocs. Així doncs, la RV es pot entendre també –i així ho han publicat (Biocca i Levy, 1995a; Echevarría, 2000; Glowczeski, 2003; Heim, 1993; Hill, 1996; Maldonado, 1994)– com a continuadora de la necessitat humana de crear realitats alternatives. No hem d'oblidar que el concepte que porta a l'aparició de la RV sorgeix en el context de les novel·les de ciència – ficció. És per això que es considera que la RV s'insereix dins la tradició de crear móns alternatius a través de la narrativa o la representació artística, en els quals projectem les nostres pors o els nostres ideals (Echevarría, 2000: 24-25). Però ara la RV hi aporta la novetat de la informàtica i el seu potencial, que permet que surtin de la nostra imaginació, apareguin davant els nostres sentits i hi puguem interactuar, gairebé com si fossin reals. Des d'aquest punt de vista,

la RV s'ha relacionat amb dos àmbits diferents: per descomptat, la ciència-ficció; i, en segon lloc, amb el xamanisme. Però, el fet de tractar-se de manifestacions socials o culturals que potser algú podria considerar fictícies o supèrflues, no minva la seva base filosòfica, a la qual ens podem apropar –i l'establirem com a fonament previ– a través de la idea de Popper que el món humà es pot dividir en tres àmbits diferents.

El filòsof Karl Popper (1902-1994) parlava, en relació amb les capacitats del cervell humà, de tres esferes d'actuació: el món físic, que anomena “món 1”; el món dels estats mentals, el “món 2”; i el dels productes de la ment, que correspon al “món 3” (Popper i Eccles, 1977: 38). Fins fa relativament poc temps, el principal vehicle de comunicació entre els dos primers móns era el propi cos, però amb l'adveniment de la tecnologia, sobretot a partir de l'anomenada segona revolució industrial, el tercer àmbit s'ha desenvolupat de manera molt important perquè cada cop s'hi interposen més intermediaris (Biocca i Levy, 1995b: 18). La RV és un tipus d'intermediari molt especial perquè adopta una forma a mig camí entre el món 1 i el 3: és un producte de la ment humana però “tangible” com els objectes físics. No només és un element mixt, sinó que fa de pont entre aquests mateixos móns perquè permet, a través de la RVI, que el cos entri en el domini de l'immaterial. La pregunta que em plantejo, igual que Biocca i Levy (Biocca i Levy, 1995b: 18), és com afecta aquest híbrid el “món 2”. ¿Ens ajuda a aprendre millor, com asseguren els seus creadors, o bé, com afirma McLuhan, ens porta a confondre el missatge amb el medi?

La cita de Popper serveix per establir la presència en el món humà de diferents entorns, dotats d'unes característiques ontològiques, epistemològiques i, fins i tot, morals, específiques. L'esfera mental ha estat present des dels orígens de la nostra espècie i s'ha manifestat de maneres diverses, com ara la pintura, la mitologia, la religió, etc. Alguns autors associen aquests elements amb la RV i la consideren un mitjà modern de creació d'espais mítics, és a dir, una continuació de la tradició xamanística, amb la diferència que ara no s'ha de pagar un preu físic perquè la visualització no s'estableix a través de la inducció física o química d'estats de consciència alterada, sinó tecnològicament (Biocca i Levy, 1995a: 135; Echevarría, 2000: 28; Maldonado, 1994: 61). L'associació entre el xamanisme i la RV no és un simple exercici filosòfic realitzat a posteriori, sinó que la consciència d'aquesta continuïtat es troba present en molts dels autors/es de textos relacionats amb el Ciberespai i amb la primera recerca sobre simulacions. Una prova és la presència de Tim Leary, un gurú de l'LSD dels anys 60, en un entorn tan seriós com el SIGGRAPH de 1990. En la seva conferència distingia entre les drogues –com a forma antiga i “*low-tech*”– i la RV –com a forma sofisticada, “*high-tech*”, d'alterar la percepció (Biocca i Levy, 1995a: 135). Les seves paraules van incomodar alguns assistents però no eren tan descabellades des del moment que, en la “intimitat” del propi laboratori, molts científics i científiques fan servir paraules similars per descriure les experiències produïdes per la immersió en un entorn simulat computacionalment. I, encara més: és precisament aquesta capacitat d'influir en la psicologia a través de la percepció, el que aprofiten els experiments neurològics duts a terme per Tarr i Warren (Tarr i Warren, 2002).

Els móns alternatius poden induir-se, com acabem de veure, de manera artificial, però no cal recórrer a aquestes circumstàncies específiques perquè se'ns facin presents. Tal com avançava Popper, la relació entre el món físic i els alternatius és més profunda i més rica que la simple alienació mental. Per a Barbara Glowczeski (Glowczeski, 2003), que ha assolit una definició del virtual des d'un via etnològica, els somnis són el nostre

món virtual per excel·lència ja que, com els entorns simulats computacionalment, no existeixen físicament, però estan situats en una altra dimensió i mantenen una interacció amb el món real. Un detall curiós és que, inversament a Popper, els aborígens Yapa del desert australià consideren que és el món real el que deriva del virtual i per això realitzen rituals destinats a preservar i reforçar el contacte entre els dos móns (Glowczeski, 2003: 5). Tornant a la relació entre el món virtual i les projeccions simbòliques del nostre intel·lecte, els estudis etnològics han portat Barbara Glowczeski a concloure que hi ha una proximitat epistemològica entre el pensament mític en relació amb les percepcions acústico – visuals i el sistema hipertextual (Glowczeski, 2003: 2). Aquesta semblança es basa en la universalitat del principi associatiu de la memòria i la dinàmica del pensament humà, per la qual cosa l'estructura de la *World Wide Web* o el Multimèdia no seria res més que una traducció tecnològica d'un principi de funcionament bàsic del nostre sistema cognitiu. És evident que aquesta idea posseeix unes aplicacions pràctiques immediates: no només serveix per “cartografiar” els sistemes culturals de les comunitats aborígens i comprendre la riquesa i la complexitat de les seves associacions –aquest és, exactament, el treball que ha realitzat l'autora– sinó que es pot emprar en un entorn educatiu, com per exemple un museu d'Arqueologia, per crear un context en què s'insereixin els objectes i veure com es relacionen amb el món simbòlic. Més endavant tornaré sobre aquesta qüestió, ja que em sembla una bona idea per la difusió, però cal meditar sobre els avantatges i els inconvenients des del punt de vista pedagògic i museogràfic.

L'altre àmbit amb què està lligada la RV i ho està molt més estretament o, en tot cas, de manera més aparent que l'anterior, és la ciència –ficció contemporània. Aquest gènere literari i fílmic crea móns i planteja reptes, proporciona idees i ideals a aconseguir. Com ja he esmentat anteriorment i com veurem més endavant en aquesta mateixa part, moltes de les invencions tecnològiques puntuals i, sobretot, el concepte de Ciberespai, han sorgit de la imaginació d'escriptors o de joves influïts pels relats que parlen d'un futur tecnificat en què s'ha diluït la separació entre persones i màquines. Segons concepció de la RV propugnada en aquest treball, la ciència – ficció té més a veure amb el concepte de Ciberespai que no pas amb el de RV, però mantinc el lligam entre RV i ciència – ficció (que em porta a considerar aquesta darrera com una via d'aproximació al virtual) perquè, en aquests primers moments d'experimentació literària, els dos conceptes –Ciberespai i RV– es superposen. Més endavant intentaré establir una distinció precisa entre el concepte de RV i el de Ciberespai.

La referència més antiga es troba al llibre d'Aldous Huxley, *Brave New World*, escrit el 1932, en què apareixen unes pel·lícules que permeten sentir corporalment l'acció que s'està projectant (Stevens, 1994: 5). Però la gran aportació prové del gran divulgador científic Isaac Asimov, que va explorar els entorns virtuals i les seves implicacions antropològiques en la seva sèrie *Robot*. Artur C. Clarke va emprar el terme “cyberspace” per referir-se a l'espai en què orbitaven els satèl·lits però també existia un “Ciberespai humà” en alguns llibres de Frank Herbert, concepte molt més proper a nosaltres perquè es podia explorar a través del desxiframent del codi genètic (Stevens, 1994: 6). Ray Bradbury, un altre gran autor de novel·les de ciència – ficció, entre les quals destaca *The Martian Chronicles*, també va tractar el tema de la RV en una història curta, *The Veldt*, publicada el 1951, en la qual dos nois feien entrar els seus pares en una mena d'atracció filmada totalment immersiva (Stevens, 1994: 6). Tot i que ens interessa perquè Bradbury va fer servir una concepció de la RV molt propera a la de Huxley o del “Sensorama” de Morton Heilig, es tractava d'una referència molt indirecta.

La primera descripció intencional de la RV –o, més aviat, del Ciberespai– prové de William Gibson que, durant la dècada dels 80, va escriure una trilogia formada per *The Neuromancer*, *Count Zero* i *Mona Lisa Overdrive*. En elles descriu un segle XXI altament tecnificat i degradat, en què les persones s'amuntegaven en enormes metròpolis completament deshumanitzades i es dedicaven a malviure robant dades dels bancs computeritzats per poder-se pagar la connexió a “*Simstim*”, un proveïdor d'estímuls simulats. La navegació per aquest món virtual era addictiva i es realitzava a través d'un implant cibernètic situat al clatell. Aquestes novel·les desenvolupaven plenament una concepció que haurà tingut una influència transcendental en la ciència – ficció dels 90 –per exemple, el *manga* japonès, desenvoluparà les històries de temàtica i estètica “*ciberpunk*”– però també en la història de les tecnologies relacionades amb la simulació computacional. Tanmateix, el sistema de RV més conegut actualment és el “Holodeck” de la sèrie televisiva *Star Trek: the next generation*. Es tracta d'un sistema totalment immersiu situat en una cambra buida i controlat per l'ordinador principal de l'*Enterprise*. Respon a ordres verbals i no necessita cap interfície de comunicació. Les simulacions estan poblades i permeten a la tripulació de familiaritzar-se amb cultures d'altres llocs o altres temps i, fins i tot, entrenar-se per situacions hipotètiques en móns totalment fantàstics. Naturalment, aquest seria el sistema de RV somniat per qualsevol científic, però encara no està, ni molt menys, disponible a la realitat.

Amb *Star Trek*, entrem en el món de la RV tal com l'ha imaginada el cinema, una concepció en bona part dependent de la filosofia de Gibson. Una de les primeres pel·lícules és *The Lawnmower Man* (1992), dirigida per Brett Leonard, que adapta molt lliurement una història curta de Stephen King del 1975. La pel·lícula va causar gran impacte per les seves imatges digitals i planteja un concepte molt modern del Ciberespai, amb una estructura i unes utilitats que prefiguren o anticipen les actuals. A través d'uns enginyers de funció similar als que recentment s'havien comercialitzat, els protagonistes poden endinsar-se en una simulació totalment immersiva, destinada a millorar les capacitats cognitives de l'usuari/ària. La idea subjacent era que la interfície virtual és capaç de transmetre millor la informació que qualsevol altre mitjà anterior i l'entorn virtual que el protagonista vol controlar és pràcticament idèntic a la WWW actual. Abans d'aquesta, però, es va realitzar *Total Recall* (1990), de Paul Verhoeven, protagonitzada per un home que, avorrit de la seva vida, contractava els serveis d'una empresa que oferia l'implant de records a la carta. En aquest cas, la simulació virtual era també totalment immersiva però es realitzava directament al cervell i reproduïa experiències reals. Malgrat que la pel·lícula es centra més en l'aventura que succeeix entre Mart i la Terra, també conté una pregunta filosòfica, més emfasitzada a la història curta *We can remember it for you wholesale* publicada el 1966 pel gran autor de ciència – ficció Philip K. Dick: com podem distingir la realitat d'allò que no ho és quan els tenim emmagatzemats al cervell sota la mateixa aparença? Aquesta és exactament una de les diverses preguntes que es plantegen a *The matrix* (1999) els germans Andy i Larry Wachowski, tot i que en aquest cas la pregunta posseeix unes connotacions molt més terribles i més complexes perquè les persones estan completament immerses en una simulació que constitueix tota la seva vida i de la qual no són conscients ni l'han triada voluntàriament. Podríem considerar que aquí la simulació és una solució mixta, a mig camí entre la de *Total Recall* i la de *The Lawnmower Man*, perquè externament consisteix en imatges realistes que s'implanten al cervell però la seva estructura interna està formada per codis de programació susceptibles de ser manipulats per usuaris externs, reals, connectats il·legalment a l'ordinador central. Una altra pel·lícula que toca

el tema de les simulacions implantades és *eXistenZ*, de David Cronenberg, realitzada el 1999¹⁰¹. Es tracta d'una reflexió metafísica molt propera a la de William Gibson, ja que tracta d'una noia que ha inventat una mena de consoles de videojoc mig orgàniques a les quals hom es connecta mitjançant un cable neural i que també provoquen addicció.

Tant aquest exemple, com el de *Total Recall* o el *Simstim* de William Gibson s'allunyen de la concepció epistemològica de la RV –que és la que defensa el present treball de recerca– perquè no es tracta d'experiències mediatitzades, que passin pels sentits, sinó que van directament al cervell, sense intervenció d'una interfície de comunicació, que exerceixi de frontissa entre les imatges sintètiques i el sistema cognitiu de les persones. En canvi, el següent exemple sí que s'identifica completament amb la imatge de la RV o del Ciberespai com a eina comunicativa perquè ha estat influïda pel context actual més recent. La darrera referència cinematogràfica a la RV és la de *Minority Report* (2002), també basada en una història curta de Philip K. Dick de 1956. S'hi nota la influència de la realitat actual perquè els enginys que hi apareixen i la seva utilitat ja no pertanyen al domini fantàstic de la ciència – ficció, com passava a *The lawnmower man*, sinó a les possibilitats i aspiracions reals de la Societat de la Informació: els policies que treballen a la unitat de prevenció de crims manipulen la informació que proporcionen tres germans dotats de poders premonitoris a través d'una mena d'interfícies similars a un *Desktop* evolucionat: pantalles amb imatges mig hol·logràfiques, que es poden editar a través d'ordres gestuals. Aquesta solució es trobaria a mig camí entre el PC i l'*Holodeck* i no és tan impossible, atès que el *VisTA-Walk system* (Pujol, 2002b: 36-38) ja va realitzar els primers intents en aquesta direcció a mitjans dels anys 90, encara que allí s'emprava tot el cos perquè la reconstrucció posseïa un major grau d'immersivitat.

En aquest apartat hem repassat les principals aparicions de la RV –o el Ciberespai– a la literatura i la cinematografia per entendre quin és el veritable origen d'aquesta tecnologia. Un origen que se situa dins la fantasia, dins les aspiracions o les reflexions sobre el futur de la humanitat i que, per tant, ha condicionat la recerca científica però també les percepcions del públic general. La vaguetat de les primeres aparicions, així com també la seva excessiva ambició, han estat causa de la confusió a l'hora d'acotar clarament el concepte i també de decepció davant les implementacions reals. A la qual cosa s'ha afegit, en el cas dels museus, els fets que encara avui la principal atracció per als i les visitants és la tecnologia i no pas el tema o els continguts i que les pròpies institucions reforcen aquesta concepció a través de la seva retòrica comercial amb l'objectiu d'atreure més públic (Mosaker, 2001: 9). El resultat és, per exemple, que els visitants de la reconstrucció de Milet presentada al *CAVE* de l'Hellenic Cosmos d'Atenes, van manifestar la seva decepció perquè esperaven trobar una experiència similar a la dels parcs temàtics: tant els feia que fos 3D o interactiu, el que calia era que fos excitant (Mosaker, 2001: 9).

¹⁰¹ La reflexió antropològica subjacent a aquesta pel·lícula va ser analitzada per Laura Borràs en un article publicat a la revista *Digithum* (Borràs, 2003).

I.4.5. La cerca de coneixement

I.4.5.1. Introducció

En aquest capítol parlarem de les arrels epistemològiques generals de la RV. Segons la definició genèrica, la RV és un entorn computacional, interactiu, realista i més o menys immersiu. Totes aquestes qualitats són possibles gràcies a la primera característica essencial i és que està simulat computacionalment. Per tant, s'ha de considerar l'ordinador com a element determinant de la RV i, per extensió causal, hem de parlar de les Matemàtiques –en origen, integrades dins la Filosofia– com a fonament de la RV. Des de la nostra perspectiva, aquesta disciplina dóna lloc a dues línies de desenvolupament connectades en molts punts: la primera, els ordinadors; la segona, els models i la simulació com a formes de representació del coneixement i de comprovació empírica. Tal com intentaré demostrar en el present capítol, també aquesta segona té a veure amb la RV i, precisament, constitueix la base de la concepció (epistemològica) de la RV defensada en aquest treball.

I.4.5.2. Computadores: origen matemàtic i concepcions subjacents

I.4.5.2.1. L'origen matemàtic de les computadores

L'origen dels ordinadors es troba en les Matemàtiques, tant pel seu disseny com pel seu objectiu, ja que la seva invenció prové d'una finalitat filosòfica que té a veure amb la cerca del coneixement sobre tota la realitat que ens envolta. Aquesta idea arrenca, en primera instància, del Renaixement i la revolució científica liderada per Johannes Kepler (1571-1630), Nicolau Copèrnic (1473-1543) i Galileu (1564-1642). Entre tots tres van posar les bases del coneixement de l'univers, de la funció de les matemàtiques com a eina analítica de primer ordre i del desenvolupament del mètode científic hipotètic – deductiu. Tal com havia conclòs Heidegger, René Descartes (1596-1650) també hi va jugar un paper fonamental perquè, a més de compartir les idees de Galileu pel que fa a la mecànica celest, va rebutjar l'exercici exegetí propi de l'escolàstica medieval i va proposar un model de pensament basat en la claredat racional. Però la relació més directa amb els ordinadors prové dels seus descobriments matemàtics: com els científics anteriors, coneixia la geometria i l'àlgebra de Pitàgores o Euclides i les va sistematitzar en una geometria analítica i una teoria de les equacions, que posseeixen aplicacions en totes les branques de les matemàtiques i les ciències. Sense anar més lluny, la representació geomètrica cartesiana constitueix la base per dibuixar les formes que apareixen a la pantalla de l'ordinador; mentre que l'àlgebra, la representació simbòlica de relacions aritmètiques, es troba en els càlculs lògics interns que permeten representar aquelles formes. Com veurem a la següent secció, el pensament visual, binari i monològic de Descartes va contribuir de manera decisiva a conformar l'essència de la cosmogonia occidental moderna.

Si seguíssim aquest fil ens adonaríem que, en el fons, totes les branques principals de les Matemàtiques –càlcul, aritmètica, àlgebra, geometria, etc.–, en la seva evolució dels matemàtics grecs fins el s. XX, es troben a la base dels ordinadors, atès que les computadores, com el seu nom indica, no són res més que una màquina capaç de realitzar funcions matemàtiques gràcies al seu poder d'abstracció lògica. En lloc de descriure l'evolució de les Matemàtiques, crec que és molt més interessant i pertinent

esbrinar la filosofia subjacent a aquesta finalitat, és a dir, d'on prové la “capacitat d'abstracció lògica” que confereix als ordinadors, segons la concepció de Pierre Lévy, la seva virtualitat. Una virtualitat que els va portar, en un primer moment, a superar amb escreix la seva primitiva funció com a calculadores per esdevenir “ordinadors”, màquines que organitzaven informació. I, finalment, s'han transformat en un “ordinador multimèdia”, una eina diversa, que tant pot comunicar-se amb un servidor o una persona a l'altra punta del planeta com proporcionar-nos una visita turística a *Emporion* en el moment de la seva fundació. Pierre Lévy ho anomena “virtualització”; pels matemàtics i matemàtiques es tracta de la “màquina de Turing”. I per comprendre l'ambició que la fonamenta, haurem de recular altre cop fins a l'època moderna.

El procés iniciat amb els autors citats anteriorment va culminar amb Isaac Newton (1642-1727) que, gràcies a la formulació de la famosa llei de la gravitació universal, va fixar definitivament la mecànica de l'univers. La concepció mecanicista considerava l'univers com una enorme maquinària de funcionament exacte que, per tant, podia ser explicat i predit completament. A principis del s. XIX, el físic Pierre Laplace (1749-1827), que havia desenvolupat l'anàlisi matemàtica de la teoria de la gravitació universal de Newton, va condensar aquesta idea proclamant que, amb un coneixement adequat de totes les forces que actuen en la naturalesa i la posició de cada ésser que la forma, podríem reunir en una sola expressió matemàtica el coneixement de tot l'univers (Woolley, 1994: 48). El fet que el moviment dels planetes fos estable semblava confirmar aquesta possibilitat.

Per què, les Matemàtiques? Què tenen a veure amb l'Astronomia? Doncs perquè l'espai físic no és més que una versió tridimensional de l'espai matemàtic, que és abstracte. L'establiment d'aquesta relació es deu al treball de David Hilbert (1862-1943) i John von Neumann (1903-1957). El primer es va adonar que els electrons presentaven un comportament molt estrany si s'analitzaven des de la perspectiva física i el segon va demostrar que es tornava perfectament comprensible si els situàvem dins l'espai abstracte de les Matemàtiques (Woolley, 1994: 49). Aquest descobriment certificava que la realitat està regida “pels nombres” –i no al revés– i constituïa el primer pas cap a la concepció de les computadores, un espai abstracte de manipulació de conceptes matemàtics. No és casualitat que von Neumann sigui conegut per haver desenvolupat els principis bàsics del disseny de les computadores. En tot cas, l'ambició de la Física mecanicista s'havia traslladat a les Matemàtiques i és per això que, el 1906, David Hilbert va formular la llista amb els 23 problemes que calia resoldre per assolir el coneixement absolut o, més aviat, per assegurar-se que es podia saber tot, ja que el segon problema es plantejava la demostració de la naturalesa axiomàtica de la disciplina. Si es demostrava que les Matemàtiques eren completes, decidibles i consistents, la solució dels grans problemes només era qüestió de temps. Malauradament, Kurt Gödel (1906-1978) va desmuntar totalment aquesta esperança amb la publicació d'un article el 1931 en què demostrava que era impossible saber d'entrada, dins mateix del sistema, si un problema era resoluble o no, perquè certs raonaments generals podien portar a una contradicció segons la qual un enunciat era fals si es demostrava que era veritable i veritable si es demostrava que era fals i, per tant, calia recórrer a algun element extern per resoldre'l.

Una de les vies que es va explorar amb més determinació per aconseguir aquest sistema de coneixement pur va ser la lògica que, com les Matemàtiques, és una ciència abstracta que estableix relacions entre símbols mitjançant unes regles. Precisament, la

lògica moderna, articulada per George Boole (1815-1864) i desenvolupada gràficament per John Venn (1834-1923) és la base de funcionament dels ordinadors, gràcies a la qual podem recuperar la informació en el “laberint que ell mateix ha creat” (Heim, 1993: 13). La lògica booleana es basa en els treballs de Gottfried Leibniz (1646-1716), que va enumerar els principis fonamentals del càlcul infinitesimal però, sobretot, va idear el mètode de notació matemàtica que avui s'utilitza universalment i va inventar un sistema per descobrir veritats, una combinatòria universal en la línia de la de Ramon Llull, que representa un precedent de la lògica simbòlica del s. XIX (Marías, 1941: 235). La lògica simbòlica de Boole utilitza fórmules per presentar les relacions lògiques entre grups d'elements que posseeixen certes propietats (Heim, 1993: 15). Aquesta àlgebra no només serveix per classificar les coses sinó que permet manipular les equacions per produir respostes a preguntes concretes. L'avantatge d'aquest sistema és que les fórmules simbòliques es converteixen en una cadena explícita de raonament deductiu que pot ser revisat repetidament (Heim, 1993: 16). Fins llavors la lògica, que es basava en la silogística aristotèlica, consistia en l'estudi d'enunciats directes sobre coses a l'abast; amb Boole, aquests es convertien en instàncies possibles de la relació entre símbols algebraics, és a dir, que s'invertia la relació tradicional entre el llenguatge directe i el simbòlic (Heim, 1993: 17). I això significava el pas fonamental perquè els arguments lògics esdevinguessin una branca del càlcul.

La construcció d'un sistema general d'àlgebra abstracta va continuar gràcies a John Venn. En un llibre publicat el 1881 es va proposar d'absorbir tots els enunciats directes del llenguatge en una teoria general, organitzada formalment en axiomes i teoremes (Heim, 1993: 17). La necessitat de crear un sistema manipulable i consistent va fer, en primer lloc, que es perdés definitivament la relació amb la realitat. Ara, l'important no eren les coses particulars sinó el sistema i, per tant, els individus esdevien valors d'una variable i els termes lingüístics, si apareixien, no eren res més que compartiments, conjunts homogenis diferenciats pel nombre d'ocurrències que contenien, amb els quals es podia operar. Recordem que a Primària ens ensenyaven teoria de conjunts i dibuixàvem dos cercles parcialment superposats amb elements que pertanyien a un o altre o a tots dos i que anomenàvem “diagrames de Venn”. Ell va ser el primer en establir la representació gràfica de les fórmules de Boole (Heim, 1993: 17).

Després de Venn, nombrosos matemàtics, entre els quals es trobava Alan Turing (1912-1954), es van interessar per les implicacions de la lògica simbòlica de cara a l'obtenció d'un coneixement complet. Precisament va ser ell qui va desmuntar definitivament les aspiracions de David Hilbert, ja que el 1936 va publicar un article que demostrava que les matemàtiques no eren un sistema decidible. L'argument de Turing va consistir en construir una màquina teòrica, similar a una màquina d'escriure però capaç de reconèixer patrons simbòlics i preveure quin seria el proper pas (Woolley, 1994: 52). Això era possible gràcies a unes “taules de comportament” que recollien les operacions aritmètiques bàsiques i que, per tant, permetien calcular automàticament, a través d'un procediment algorítmic purament mecànic, qualsevol nombre “computable”. Això va permetre a Turing demostrar que no es podien calcular tots els nombres i que, per consegüent, no hi havia cap mètode definit que pogués resoldre qualsevol problema matemàtic (Woolley, 1994: 53).

Paral·lelament, el debat lògic continuava. La lògica booleana és encara més abstracta que la tradicional perquè hem perdut definitivament la relació directa —que quedava en

part preservada per l'ús del llenguatge natural– amb els elements representats¹⁰². Això presenta un avantatge i un inconvenient: hem guanyat operativitat però en detriment de la intuïció. Aquesta era una qüestió que preocupava filòsofs com Bertrand Russell (1872-1970), que va establir el punt de contacte entre la Filosofia i les Matemàtiques i, posteriorment, Wittgenstein, que va rebre la influència del primer quan estudiava a Cambridge i va aplicar-la al llenguatge. L'objectiu de Russell, interessat en la teoria del coneixement, era dotar la lògica filosòfica d'un marc científic precís i per això va intentar traslladar la matemàtica a aquest àmbit. Juntament amb Alfred North Whitehead (1861-1947), professor seu i inventor d'un "mètode d'abstracció extensiu" a través del qual pretenia explorar i explicar conceptes naturals fonamentals en termes científics, va contribuir al desenvolupament de la lògica simbòlica tot demostrant que els nombres poden ser definits com a classes relacionables (A.A.D.D., 2003). També va ampliar el sistema de notació simbòlica. En la seva recerca sobre la naturalesa i els límits del coneixement va provocar el ressorgiment de l'empirisme i va contribuir de manera definitiva al desenvolupament del positivisme lògic, un corrent filosòfic dels anys 30 i 40 que postulava que el coneixement deriva de l'experiència sensorial immediata (A.A.D.D., 2003). El seu original concepte de l'atomisme lògic va influir en Ludwig Wittgenstein (1889-1951), el qual sostenia que existeix una analogia entre el món que ens envolta i el llenguatge. La realitat està formada per fets complexos que poden ser descompostos fins a arribar als més simples o atòmics. Igualment, el llenguatge està format per una jerarquia de proposicions simplificables. Aquests elements es poden representar a través de proposicions lògiques i, d'aquesta manera, expressar els fenòmens que caracteritzen el món real. És interessant de remarcar que Wittgenstein va tornar a connectar la lògica i el món real i el seu pensament va tenir un gran efecte sobre les teories positivistes ja que al seu entendre, només les proposicions que representen fets, anomenades "proposicions de ciència", eren significatives des del punt de vista cognitiu, en detriment de les declaracions ètiques i metafísiques (A.A.D.D., 2003).

Possiblement això va ser el que va portar Alan Turing a assistir el 1939 a un cicle de conferències sobre filosofia de les Matemàtiques que Wittgenstein impartia a Cambridge (Woolley, 1994: 53). Les seves opinions oposades sobre la recerca de contradiccions en el si de la disciplina van ser la causa que Turing deixés d'anar-hi. Això, juntament amb el fet que molts dels problemes sobre els que discutien no es van arribar a resoldre i ni tan sols estaven ben definits, demostra que el debat filosòfic sobre les possibilitats epistemològiques de la disciplina estava perdent interès¹⁰³ (Woolley, 1994: 54). Precisament, ara l'atenció estava tombant cap a les aplicacions pràctiques de la màquina hipotètica de Turing, que acabarien portant a la construcció dels ordinadors. La màquina de Turing ja marcava una fita perquè demostrava que les màquines podien transcendir les aplicacions purament mecàniques i realitzar accions que fins llavors havien estat prerrogativa de la ment humana (Woolley, 1994: 54). Però l'ambició de Turing anava molt més enllà perquè introduïa la idea d'una màquina universal, una màquina que podia ser alhora moltes màquines diferents, anticipant els moderns ordinadors multimèdia¹⁰⁴.

¹⁰² En el fons, això passa cada cop que interposem una representació entre nosaltres i la realitat però, com veurem quan tractem el tema de les representacions i l'escala d'iconicitat –al capítol de semiòtica de la RV–, la proximitat augmenta o disminueix en funció del grau d'abstracció i la consegüent homogeneïtat.

¹⁰³ Una atenció que no es recuperaria fins a l'adveniment de la RV.

¹⁰⁴ D'aquesta qüestió me n'ocuparé específicament al capítol sobre tecnologia.

Com Wittgenstein, Gilbert Ryle (1900-1976) també es va plantejar la relació de la lògica amb el llenguatge, ja que per ell la Filosofia es podia interpretar com una anàlisi lingüística. La seva proposta partia de la premissa que el discurs ordinari conté expressions equívokes que generen problemes filosòfics. Per tant, l'objectiu de la Filosofia era tornar a plantejar el pensament però de manera que se subordinés a la lògica i, per tant, guanyés en precisió (A.A.D.D., 2003). L'interès de l'aportació de Ryle es troba en el fet que es va centrar en aquelles afirmacions la forma gramatical de les quals suggereix l'existència d'objectes que no són reals: per exemple, la màquina universal de Turing, que pot actuar com a processador de textos o com a telèfon, sense ser-ho realment. Anomenar un ordinador "màquina d'escriure" és el que Ryle consideraria un "error categorial" (Woolley, 1994: 56), però pot ser superat a través de la noció de virtualitat. Un ordinador és una màquina de Turing virtual perquè posseeix una entitat física diferent de la que correspondria als aparells que normalment realitzen les funcions que duu a terme. La calculadora, el processador de textos, l'editor de gràfics, etc. són funcions simulades gràcies a la capacitat d'abstracció lògica de la computadora o, com diria Pierre Lévy –ja ho hem vist quan parlava de "Què li passa al nostre món?"–, de virtualització dels càlculs lògics.

1.4.5.2. El processador pot ser més fort que la ploma

L'objectiu dels ordinadors és traduir la realitat a una forma numèrica perquè pugui ser analitzada amb eines lògiques, més potents perquè són abstractes. Però també cal tenir en compte que això no és un avantatge sense conseqüències. Els filòsofs sempre han afirmat que la forma de la pregunta condiciona la resposta i els ordinadors constitueixen una forma d'aproximació a la realitat que afecta la nostra manera de pensar de diverses maneres. Tot i que existeixen des dels anys 60, no ens hem començat a adonar de les seves veritables implicacions fins que no ha esdevingut un fenomen cultural a gran escala¹⁰⁵. Diu Claude Cadoz (Cadoz, 1995: 71):

“La máquina informática modifica más radicalmente que todas las herramientas anteriores creadas por el hombre la relación de éste con el mundo. En primer lugar, esta máquina tiene la particularidad de que interviene por sí sola entre tres ámbitos, el de la acción, el de la observación y el conocimiento de lo real, y el de la comunicación. Por otra parte, invierte todos nuestros actos y nuestros problemas y los transforma en actos y problemas de información (tratamiento, transmisión, almacenamiento, lectura, etc.).”

No és casualitat que la nostra societat s'hagi anomenat “de la informació” i no pas “del coneixement”. Gràcies a Internet, tenim accés a una major quantitat d'informació, però no som necessàriament més savis i sàvies, al contrari, ens trobem desvalguts i desvalgudes davant d'un allau de dades constantment actualitzades que ens supera i del qual no tenim garanties de fiabilitat. Durant els anys 80 i principis dels 90, l'arribada massiva dels ordinadors es rebia amb passió i esperança; actualment, se'ls observa amb recel, por i, fins i tot, odi, perquè han afegit un altre nivell de complexitat i estrès a la nostra vida. És cert que han simplificat moltes tasques que abans s'havien de realitzar manualment. Però també és cert que, a nivell global, l'automatització del treball ha generat un augment de l'atur¹⁰⁶ i no ha incrementat la productivitat com s'esperava, sinó

¹⁰⁵ Al qual, fins i tot, hem donat nom: la Societat de la Informació.

¹⁰⁶ Davant d'aquesta realitat sempre ens vénen al cap els aldarulls luddites de la primera revolució industrial.

que ha multiplicat les activitats sense assegurar resultats substantius (Heim, 1993: 73). Vivim tan envoltats i envoltades de màquines, que ni tan sols ens n'adonem; com no ens adonem de com en som de dependents fins el dia que deixen de funcionar i generen un caos circulatori a la ciutat o un descontrol del trànsit aeri o... fan desaparèixer trenta pàgines d'una tesi doctoral a punt d'acabar! Les màquines no han acomplert la seva promesa i, en lloc d'alliberar-nos del treball, encara ens hi lliguen més.

Tornant a la qüestió de la informació, un dels principals inconvenients de la lògica imposada pels ordinadors és la superficialitat (Heim, 1993: 22). Superficialitat a nivell intern, perquè manipula objectes dotats artificialment de la mateixa categoria; i també en relació amb la seva funció ja que l'automatització de les tasques fa que no ens hi involucrem realment i, per tant, el resultat sigui pitjor. Això es fa més evident ara que un ordinador reuneix una gran quantitat de funcions simultànies i s'està imposant l'estructura hipertextual: en realitat, l'aprofundiment no és vertical, sinó horitzontal, passem d'un tema a un altre, d'una pàgina web a una altra, portats per les paraules subratllades. És molt probable que aquesta característica de la Societat de la Informació no sigui deguda exclusivament als ordinadors sinó que ja ha estat preparada per l'adveniment dels mitjans de comunicació –televisió, ràdio, diaris– que permeten un accés immediat i constantment actualitzat a les notícies i entreteniments “perquè si no, l'audiència es cansa i deixa de parar atenció”.

Els ordinadors també influeixen en la nostra manera de concebre el món perquè, com qualsevol representació, comporten necessàriament la intervenció d'un codi, que pot estar més o menys allunyat d'allò que evoca. En aquest cas concret, la lògica abstracta dels ordinadors discretitza el món físic en categories dotades del mateix valor quan potser a la realitat no el tenen. Això es fa especialment evident a l'hora d'emmagatzemar una gran quantitat d'informació. Llavors apareix un problema, avui dia encara mal resolt, que es coneix com a “problema de la representació del coneixement” (Coiffet, 1995: 10). Hem de remarcar, novament, que un ordinador no emmagatzema coneixement, sinó dades, bits d'informació que trenquen la continuïtat del món real i dels nostres pensaments. Els ordinadors permeten un control més racional de la informació, però també redueixen l'espontaneïtat i la creativitat pròpia del pensament humà (Heim, 1993: 24). Cal tenir-ho present de cara a la introducció dels ordinadors en l'ensenyament, ja que la lògica hipertextual consisteix en una combinació personalitzable però en definitiva limitada d'un conjunt de partícules informatives. La combinatòria pot aportar un aprofundiment, però redueix la intuïció. I aquest és un element bàsic –com hem vist al capítol anterior sobre els museus i com veurem a la secció de pragmàtica de la RV– de l'entorn d'aprenentatge informal que constitueix un museu. Un museu no és únicament un node informatiu, tal com el caracteritza actualment la Societat de la Informació, un entorn d'adquisició de continguts fragmentaris purament intel·lectuals, sinó un marc experiencial que reuneix mitjans de comunicació molt diversos, entre els quals es pot trobar el Multimèdia o la RV.

L'enfrontament entre tecnologia i humanisme ja va ser evidenciat per Martin Heidegger¹⁰⁷ (1889-1976) que, davant l'aparició de les primeres computadores, les va integrar en la seva reformulació existencialista de la Filosofia occidental i es va proposar de comprendre com afectaven l'existència de l'ésser humà. Des del punt de vista general, la tècnica constituïa per Heidegger la realització d'aquella metafísica que

¹⁰⁷ Vegeu (Zimmerman, 1990) per un estudi recent que situa la teoria de la tecnologia de Heidegger en el context de la reacció cultural de la República de Weimar.

s'havia oblidat de l'ésser: l'ésser humà creava eines per dominar-ho tot sense adonar-se que la relació de poder s'invertia i que quedava atrapat per un món tecnificat completament allunyat de la naturalesa (Caballero, de Echano *et al.*, 1992: 464-465). La societat tecnològica havia perdut la dimensió humanista clàssica perquè privilegiava l'actitud elemental i manipuladora, la qual cosa privava de sentit la vida humana (A.A.D.D., 2003). Heidegger va repassar la història de la Filosofia i va arribar a la conclusió que l'origen de tot plegat es trobava en el pensament cartesià (Heim, 1993: 57). La seva idea era que els ordinadors provocaven canvis subtils però transcendents en la naturalesa humana, en la manera com parlem i pensem (Heim, 1993: 61), que constitueixen dos dels pilars fonamentals del ser. Ell es referia als ordinadors com a "màquines de parlar" per reflectir l'automatització i consegüent degradació a la simple transmissió d'informació de l'acte de l'escriptura (Heim, 1993: 63). Això afecta, per extensió, el pensament i, si canvia la nostra manera de generar coneixement escrit i parlat, també transforma les Humanitats, que esdevenen una simple manipulació del llenguatge (Heim, 1993: 64). L'element clau d'aquesta transformació es troba en la flexibilitat dels ordinadors –produïda, precisament, per la virtualitat–, la seva capacitat d'adaptar-se als nostres processos de raonament, que fa que la màquina, el processador de textos, es converteixi en una pròtesi mental invisible.

Heidegger no va ser l'únic a relacionar els ordinadors i l'escriptura. Un altre autor que va reflexionar sobre la influència de la revolució tecnològica del s. XX va ser Herbert Marshall McLuhan (1911-1980). Així com Heidegger escrivia la seva crítica abans i al principi dels ordinadors, McLuhan va agafar de ple la revolució dels mitjans de comunicació i la difusió massiva dels PC. McLuhan opinava que moltes de les idees de Heidegger es podien aplicar a la situació actual perquè la cultura organitzada electrònicament havia perdut la mentalitat individualista i lineal de les cultures basades en la impremta i l'escriptura (Heim, 1993: 67). L'aportació de McLuhan permet seguir més clarament l'impacte dels mitjans de comunicació en el pensament i la cultura i parteix de la premissa que les transformacions no s'aprecien en un primer moment però posen en evidència el rerefons d'on han sortit que, en realitat, correspon a un procés de transformació precedent (Heim, 1993: 66). McLuhan va escriure els seus llibres abans de l'adveniment d'Internet, però va predir que la literatura i els llibres serien substituïts pels mitjans audiovisuals i per aquest motiu calia ser molt conscient dels canvis que suposarien per a la civilització contemporània.

Un altre pensador que va advertir del perill de les computadores va ser Hubert Dreyfus (n. 1929) que, partint del nihilisme de Heidegger, realitzava una reflexió des de la perspectiva de la Intel·ligència Artificial [(Dreyfus, 1979) citat a (Heim, 1993: 58-60)]. Durant els anys 70 es va produir un desenvolupament molt important d'aquest àmbit, les implicacions del qual s'estenien molt més enllà de la mecànica i arribaven fins la Psicologia, la ciència – ficció i, fins i tot, l'Arqueologia. En aquest context, Dreyfus considerava que calia establir els límits de les computadores per poder-nos definir clarament a nosaltres mateixos. La seva primera conclusió va ser que la perspectiva de la I. A. era limitadora des del punt de vista filosòfic perquè plantejava la relació entre la persona i la màquina com una competició per demostrar qui era millor, amb la qual cosa no es podia explicar què li passava a l'ésser humà com a conseqüència de la interacció amb les màquines –aquest era l'objectiu de Heidegger– sinó simplement definir característiques. El plantejament existencialista de la qüestió anava molt més lluny que la I. A., per això Dreyfus es va oposar a l'equivalència funcional entre persona i ordinador i es va dedicar a destriar les veritables diferències entre ambdós. Seguint

aquest fil va arribar a una idea que ja he esmentat anteriorment: un ordinador no té imaginació, que és el motor del coneixement (Heim, 1993: 59). Els programes i les bases de dades són molt precisos i racionals perquè apliquen un conjunt de regles amb total exhaustivitat però, en canvi, no poden generar coneixement original perquè els manca la creativitat. Des del punt de vista metafísic es pot dir que l'ordinador en constitueix l'apoteosi perquè tot comença i s'acaba en els algorismes formals (tot i que actualment s'intenta introduir l'imprevisible a través de la lògica aleatòria).

En realitat, els ordinadors, entesos com a màquina d'escriure, no suposen cap novetat radicalment diferent en la tendència històrica de la representació, emmagatzematge i transmissió de coneixements, sinó que constitueixen el darrer exponent d'un procés iniciat amb l'escriptura. Per Walter J. Ong (n.1912), deixeble McLuhan, que va continuar la seva reflexió centrant-se en els canvis de mentalitat que es produeixen en la història d'Occident com a conseqüència de la introducció d'innovacions tecnològiques, aquest procés està marcat per dues fites transcendents: la invenció de l'escriptura i la invenció de la impremta (Heim, 1993: 67-68). Comencem pel pas del llenguatge oral a l'escrit. En opinió de Pierre Lévy (Lévy, 1995: 35), l'evolució cap a la virtualitat (computacional) era inevitable perquè ja es troba present en l'escriptura. Segons aquest autor, l'escriptura no és únicament una extensió del nostre intel·lecte, com opinava McLuhan, sinó que constitueix la virtualització de la memòria perquè la seva invenció va accelerar un procés d'artificialització, d'exteriorització dels pensaments que, en aquest moment, es separaren de la persona i deixen de pertànyer-li per esdevenir propietat de la comunitat humana. L'escriptura no és un simple enregistrament de la paraula, constitueix una objectivació del pensament individual (Lévy, 1995: 36). Així doncs, des de la perspectiva dels ordinadors, el llenguatge escrit es pot considerar un primer pas cap a la creació d'una lògica simbòlica universal perquè la codificació dels conceptes en sons representants per símbols arbitraris implica un augment del nivell d'abstracció –que, posteriorment, la lògica matemàtica encara accentuarà més. Des de la perspectiva de l'ésser humà, l'escriptura comporta un major aïllament de l'individu perquè ja no es necessita l'intercanvi interpersonal per adquirir o generar coneixement. Un exemple que evidencia aquesta dualitat aparentment contradictòria –individualisme d'Ong / col·lectivització objectivada de Lévy– és l'ús de les TIC com recurs museogràfic: l'ordinador exigeix un ús individual però en canvi se situa en un context d'experiència col·lectiva i, per aquest motiu, sorgeixen conflictes que afecten la fluïdesa i la coherència del discurs expositiu.

L'altra gran transformació és la que es produeix com a resultat de la invenció de la impremta. La impremta, creada per Johann Gutenberg (ca. 1400-1468) el 1457 va permetre –com els ordinadors– d'augmentar el volum d'informació accessible i també va contribuir estandarditzar i fixar els coneixements (Heim, 1993: 68, 40). Les diferències fonamentals entre la computadora i la impremta són dues: en primer lloc, els ordinadors ajuden a gestionar aquest volum inabastable d'informació; en segon lloc, la seva flexibilitat permet ordenar els pensaments mentre s'escriu, mentre que tradicionalment calia estructurar primer les idees al cap abans de posar-les per escrit. El vincle entre un i altre procés es trobaria, segons es dedueix de la recerca de Walter Ong [(Ong, 1958) citat a (Heim, 1993: 43-44)], en Pierre de la Ramée (1515-1572), filòsof i matemàtic francès que va escriure un tractat criticant la dialèctica aristotèlica i va ser professor de retòrica al *Collège de France* de París (A.A.D.D., 2003). Els seus seguidors, anomenats “ramistes”, van constituir un nucli filosòfic influent, que va generalitzar una nova forma educativa, oposada al dogmatisme escolàstic i basada en la

claredat racional pròpia del cartesianisme. La impremta va ser una eina fonamental pel moviment ramista ja que va ajudar a reproduir i difondre els esquemes que transcrivien gràficament un determinat coneixement o raonament per facilitar la seva memorització. Per aquest motiu, es considera que l'obra de Ramus es basa en el pensament cartesià però també el reforça, gràcies a l'ús de la impremta amb finalitats pedagògiques. La tesi d'Ong és que aquest fet determinarà les característiques essencials de la filosofia occidental moderna: és visual –la veritat es pot representar gràficament amb gran precisió–, binària –els temes es divideixen en oposicions o dicotomies– i monològica –no dialèctica sinó basada en el raonament lògic i l'experimentació (Heim, 1993: 44-45). La RV també es pot qualificar d'aquesta manera: és binària per imposició de l'estructura interna de la computadora; és visual perquè la interfície està formada per una pantalla i perquè la RV es basa en el llenguatge icònic; i és monològica perquè no es basa en el discurs sinó en la demostració empírica, probablement més que cap altre mètode perquè treballa amb una reconstrucció de la realitat. En qualsevol cas, les implicacions epistemològiques de l'obra impresa de Ramus es troben també a la base de la RV tal com jo la conceptualitzo perquè el coneixement s'adquireix individualment –i no pas a través del discurs públic– i també perquè ja no és verbal sinó gràfic i espacial.

Com afecta el cartesianisme i la impremta la nostra manera de pensar i què té a veure amb els ordinadors? Doncs perquè, com a conseqüència del racionalisme antidualèctic difós per Ramus, identifiquem pensar amb fer un esbós per estructurar les idees, atès que el raonament consisteix en imposar una estructura relacional a unes idees. Un esbós és un patró, una estructura que es fa evident a partir de la representació visual (Heim, 1993: 46). La revolució de la impremta de cara al pensament rau, precisament, en el fet que fixa visualment un raonament que abans era verbal, volàtil i abstracte. Què passa quan, a més, hi apliquem l'ordinador? La seva virtualitat hi afegeix flexibilitat: a partir de l'ordinador els esbossos moderns són interactius, més flexibles, és a dir, que ja no són esquemes pròpiament dits sinó màquines per esbossar, contenen eines que permeten corregir els raonaments a mesura que es generen. Aquest és un fenomen que tots i totes hem pogut experimentar i que alguns fins i tot envegen perquè els hagués facilitat la redacció de treballs llargs i complexos. Tanmateix, la flexibilitat també comporta un vessant negatiu i és el de la superficialitat i manca de reflexió: el perill de redactar espontàniament és que les idees no estiguin ben meditates o lligades i per això la redacció ja no constitueix la fase final i definitiva, sinó que ha d'anar seguida d'un repàs posterior sobre el contingut que abans no era tan necessari.

Un ordinador reuneix dues funcions, la de la impressora i la del llapis i la goma, amb la diferència que, a més, pot automatitzar la tasca i corregir o ordenar les idees de manera intel·ligent (a través dels programes adequats). L'ordinador uneix pensar i escriure, mentre que la impremta recollia passivament un coneixement ordenat prèviament. Una altra dissemblança és que, gràcies a la flexibilitat i capacitat d'emmagatzematge virtual de l'ordinador, la "idea" postmoderna és també qualitativament diferent, més rica, perquè conté més coses (Heim, 1993: 50): és "multimèdia". I ja no s'estructura en una jerarquia lineal sinó que cada idea és un node interconnectat amb d'altres situat en el mateix nivell (Heim, 1993: 51). Aquesta és la base de la hipertextualitat. I actualment s'ha generalitzat la creença que aquesta estructura reflecteix més acuradament el pensament humà, perquè aquest és més "hipertextual" que lineal i, sobretot, és flexible i dinàmic. La RV també pretén reproduir

el funcionament del nostre sistema cognitiu, a través de la manipulació d'entorns que simulen el comportament de la realitat i ens permeten experimentar-hi¹⁰⁸.

Després dels anys 70, la perspectiva metafísica de la computadora ha deixat de veure-la com un oponent per passar a considerar-la un component inevitable de la nostra societat. L'ordinador està convertint-se en intermediari total i fins i tot se li vol donar cada cop més semblança amb el medi real i amb el nostre propi cos. L'ésser humà està substituint la relació directa amb el medi per la relació amb la seva representació (virtual). Jo em pregunto, quin n'és el motiu? Estalvi d'energia? Augment del coneixement? Ja hem vist que els ordinadors imposen una concepció epistemològica concreta. I, pel que fa a la primera qüestió, és precisament la "inter – acció" permanent amb el món real allò que ens manté vius i ens proporciona identitat. El problema és que, per efecte de la cosmogonia racionalista cristiana pròpia del món occidental, hem oblidat completament el cos. I la RV o el Ciberespai ho porten a l'extrem: ens converteixen en cervells, en màquines cognitives interconnectades en xarxa a una computadora a través de la qual veiem el món... un món que no existeix fora de l'ordinador perquè és simulat. No és la meua intenció realitzar arengues apocalíptiques; simplement cal reflexionar sobre els avantatges i inconvenients dels ordinadors ja que, si no compremem les seves implicacions i en fem un ús adequat, allò que ens havia de permetre explorar-nos i desenvolupar-nos, és el que ens anihila com a éssers humans perquè ens priva del cos i ens condemna a una dualitat insuperable. Heidegger es mostrava essencialment pessimista a l'hora de considerar l'impacte de la tecnologia a la societat i el pensament humà perquè el situava dins una concepció lineal de la història. McLuhan va mantenir un silenci prudent sobre els efectes negatius o positius dels mitjans de comunicació. Ong, en canvi, entenia aquesta evolució des d'una perspectiva molt propera a la dialèctica hegeliana, per la qual cosa creia que la hipertextualitat i la telepresència permetien recuperar part del que s'havia perdut, tot mantenint l'individualisme. Com ells, considero que és fonamental tenir en compte l'impacte de les TIC en la nostra forma de ser persones i actuar socialment i, d'aquesta manera, ja que la seva integració en l'entorn humà és inevitable, aprofitar-ne els avantatges i rebutjar-ne els inconvenients. Precisament aquesta és una de les conviccions que va portar a iniciar el present treball de recerca.

1.4.5.2.3. La RV com a computadora

Irònicament, la lògica abstracta, que havia nascut amb l'objectiu de construir un sistema de coneixement pur, va servir per demostrar que no es podia saber tot del cert, però també va posar les bases per construir una nova manera d'acumular i manipular el coneixement, les computadores. Aquestes converteixen el coneixement en informació perquè (Heim, 1993: 17):

“When the system precedes relevance, the way becomes clear for the primacy of information. For it to become manipulable and transmissible as information, knowledge must first be reduced to homogenized units.”

La formalització del coneixement es pot efectuar de moltes maneres. En aquest cas concret, pren la forma de bits i pot ser manipulat per màquines que imposen la seva

¹⁰⁸ A la secció sobre les representacions mentals veurem fins a quin punt se'n surt.

lògica interna. Així doncs, per poder operar segons les demandes d'un usuari humà, la lògica booleana exigeix una traducció que l'ordinador realitza automàticament, des del teclat cap al processador i d'aquí cap a la pantalla. La RV realitza aquesta mateixa operació de traducció però no pas amb el llenguatge natural sinó el llenguatge visual: treballa amb fragments d'informació icònica susceptibles de ser interpretats i, sobretot, manipulats a través de la seva reducció lògica. Aquest és un dels avantatges de l'ordinador a l'hora de tractar amb el coneixement –la seva flexibilitat– perquè, com que les informacions són virtuals, no estan fixades. Per altra banda, els ordinadors també garanteixen l'exhaustivitat de la transmissió, la identitat absoluta no pas amb la realitat sinó amb l'*input* (Cadoz, 1995: 84). Això significa que surten tantes dades com n'entren però també que, en comparació amb la percepció i el pensament humans, hi ha una finitud, imposada per tots els sistemes d'escriptura perquè estan limitats pel nombre de signes que els formen (Cadoz, 1995: 85). Aquest fet determina la qualitat de la correspondència: com més elements s'agafin, millor serà la representació; però cal anar amb compte perquè les capacitats del processador també són limitades i això entorpeix els càlculs. Altre cop tornem a la característica més important dels ordinadors: un ordinador no fa res més que càlculs matemàtics molt complexos, l'ordenació dels quals permet –com deia abans– simular altres funcions, per exemple, la presentació d'imatges dinàmiques i interactives. Aquí rau tot el poder d'una computadora i la justificació de l'ús de la RV en Arqueologia i altres ciències: aprofitar la possibilitat de traduir imatges al llenguatge lògic matemàtic per realitzar càlculs que permetin obtenir coneixement sobre els elements representants.

Així doncs, des del punt de vista epistemològic, el que ens interessa de la RV és el que passa a dins, en el primer nivell de virtualitat, i no pas el que passa a fora, a la pantalla, en el segon nivell, perquè això és simplement la traducció. I és, precisament, l'aspecte que ha retingut el *Virtual Heritage*. El *VH* ha confós la interfície de comunicació amb l'eina real, desaprofitant les capacitats reals de la computadora. També aprofito per aclarir aquí dues altres confusions i, d'aquesta manera, limitar la definició i l'abast epistemològic de la RV. En primer lloc –avançant explicacions posteriors– la RV no pot tenir com a funció la simulació del funcionament social perquè, per la seva definició, tracta amb representacions icòniques de la realitat. L'anàlisi computacional del comportament dels agents socials correspon a l'àmbit de la Intel·ligència Artificial, perquè aquells no posseeixen entitat espacial sinó simbòlica (a no ser que es tingui en compte la seva interacció a través de l'espacialitat que, en el fons, és l'objectiu de l'Arqueologia). La reconstrucció del funcionament de les societats a través de les seves conseqüències materials –distribució, etc.– sí que forma part de l'abast de la RV. La segona qüestió, que també tornarà a sortir més endavant, és la de l'objectiu metafísic de la RV. Com a simulació computacional, la RV no pot reproduir res més que allò que permeten els càlculs lògics: percepcions sensorials de tipus físic, com ara la vista, l'oïda i, darrerament, el tacte. L'obtenció de sentits químics no es deriva de les capacitats intrínseques dels ordinadors i, per això, s'obtenen mitjançant enginyers aliens a la interfície que, com a molt, són activats pel processador. Crec que aquest és motiu suficient per desestimar la rèplica exacta de la realitat com a objectiu exclusiu de la RV.

De tota aquesta explicació, en podem extreure algunes conclusions o implicacions essencials per la RV. La primera de totes i més important és que el fet que les reconstruccions estiguin realitzades per computadora situa la seva capacitat de calcular com a justificació de l'ús científic de la RV en lloc del purament il·lustratiu. Una altra

conclusió és que la interactivitat que tant defenso en parlar de la RV també és inherent a ella per efecte del suport computacional. Els ordinadors van ser concebuts com un instrument al qual se li introduïen unes dades i, mitjançant el càlcul, proporcionava uns resultats. Això significa que un ordinador és una interfície comunicativa i, per tant, essencialment interactiva. La interacció es produeix al nivell intern, entre els elements que formen les seqüències lògiques, i també a nivell extern, amb l'usuari/ària. La conseqüència directa és que l'ordinador permet crear models de la realitat que, a diferència de les representacions icòniques –pintura, fotografia– i les simbòliques – fórmules matemàtiques– no són passius (Cadoz, 1995: 88). En el fons, la RV es situa ontològicament i epistemològicament a mig camí entre unes i altres o, més aviat, les integra totes dues perquè les icòniques es troben en el segon nivell de virtualitat i les simbòliques en el primer.

I.4.5.3. Visualització científica

Per entendre les qüestions relacionades amb la RV com a representació del coneixement cal establir prèviament algunes nocions bàsiques. Comencem pel coneixement: es pot definir, dins aquest àmbit concret, com la informació emmagatzemada o els models utilitzats per una persona o una màquina per interpretar, predir i respondre apropiadament al món exterior¹⁰⁹ (Fischler i Firschein, 1987: 64). En el fons, qualsevol coneixement és representació perquè nosaltres no podem contenir el món en nosaltres mateixos sinó que n'emmagatzemem alguns aspectes en el nostre cervell. Aquesta aproximació implica necessàriament una codificació i, per tant, el coneixement que tenim del món no en posseeix una naturalesa idèntica. (Això ens recorda la vella idea kantiana segons la qual el noumen existeix però és incognoscible perquè nosaltres imposem a la realitat la nostra forma de percepció.) El coneixement humà és necessàriament una representació del món amb l'afegit que aquesta representació pot tenir formes diverses. És important distingir entre la forma i el contingut del coneixement perquè un mateix contingut (que en sí ja és una representació) pot generar respostes diferents en funció de com estigui representat. Aquesta afirmació constitueix el punt de partida o la premissa bàsica per intentar esbrinar què aporta la RV com a representació en l'àmbit de l'Arqueologia.

L'existència de la RV com a computadora ha suggerit anteriorment una sèrie d'idees relacionades amb els conceptes de càlcul, representació, simulació... és a dir, amb el desplaçament des de l'ontologia cap a l'epistemologia, que justifiquen el seu ús científic en detriment del purament il·lustratiu. L'aprehensió de la realitat per part de l'ésser humà es realitza mitjançant representacions de diferent naturalesa que reproduïen un objecte o un fenomen per tal d'ajudar a la seva comprensió. Les representacions, com el seu nom indica, mai no busquen reproduir exactament la realitat –si volem reproduir una taula només hem d'agafar fusta i claus i fer-ne una– sinó transferir una determinada interpretació a un suport per fer-la disponible (Weissberg, 1989: 7). Una representació és un objecte ontològicament diferent de la realitat que representa i s'ha creat amb una finalitat diferent –un retrat, una fórmula explicativa, la imatge d'un microscopi–, per aquest motiu, la RV, que és essencialment una representació, no ha de buscar com a finalitat última ésser una rèplica de la realitat. Afirmen Fischler i Firschein (Fischler i

¹⁰⁹ Aquesta definició intenta reunir tres àmbits diferents: la biologia, la ciència i la informàtica, que són les tres bases del llibre de Fischler i Firschein.

Firschein, 1987: 64) que un dels atributs més remarcables de la intel·ligència humana és la capacitat de codificar els problemes sota una forma resoluble, és a dir, transformar-los en una representació més o menys equivalent que es pugui manipular amb els coneixements previs. Aquesta operació es realitza en moltes activitats emocionals i intel·lectuals humanes, que se serveixen de models, metàfores, representacions, etc. per accomplir una tasca específica. En el fons, estan creant “realitats” alternatives o, més aviat... virtuals, per relacionar-se amb el món exterior. El llenguatge natural utilitza diferents recursos basats en la semàntica; la ciència només accepta representacions mesurables o observables i, sobretot, repetibles; la RV és una representació visual dels fenòmens espacials. Com que no hi ha cap representació que pugui capturar alhora tots els aspectes de la realitat, com més aproximacions possibles es coneguin, millor.

Qualsevol representació està dirigida a un objectiu, que és resoldre un problema concret, normalment, mitjançant la seva simplificació. En aquest context “problema” significa una qüestió a resoldre, un estat de desequilibri que cal solucionar (Barceló, 1995: 23). Si la manera com està plantejat el problema és incompreensible o excessivament llarga de resoldre, canviar la forma com es presenta ens permetrà aproximar-nos-hi d’una manera més adequada a les nostres possibilitats o als recursos de què disposem. Per fer-ho caldrà triar la representació més adient i establir la correspondència apropiada entre el problema i la representació (Fischler i Firschein, 1987: 88). I això s’aplica tant a les disciplines del coneixement humà com a la vida quotidiana. Les persones es desenvolupen en el món a través de construccions o models mentals subjectius sobre la realitat que actualitza constantment en funció de les informacions que en rep. Per facilitar la gestió de la gran quantitat de dades que li arriben del medi, crea patrons o plantilles generals i intenta classificar els fenòmens i objectes individuals dins de les primeres (Fischler i Firschein, 1987: 68). Mentre aquestes construccions posseeixin una eficiència predictiva acceptable es mantindran; si no, s’ampliaran o reestructuraran a la llum de les noves dades.

Les característiques que distingeixen una representació són el tipus de relació que expliciten i la manera com la informació està codificada físicament. Tota representació conté una estructura o un formalisme per codificar físicament les descripcions. Un model –després hi tornarem– és un tipus de descripció. Els sistemes lògics i matemàtics també són representacions però, a diferència del llenguatge natural, el seu vocabulari no posseeix un contingut semàntic, sinó que el significat està adscrit mitjançant convencionalismes externs. La RV participa de tots dos sistemes: d’una banda, com que representa objectes, està lligada a la nostra forma de percebre el món, que té molt a veure amb les construccions mentals i el llenguatge natural; de l’altra, les regles que en fan un model científic poden ser de tipus inductiu o deductiu i, en aquest segon cas, l’apropen al llenguatge formal. La RV s’ha d’entendre com una simulació informàtica de tipus visual. Malgrat que la definició genèrica de simulació parla d’ “assumir la mera aparença d’alguna cosa”¹¹⁰ i sembla que aquesta és l’accepció intuïtivament acceptada pel públic no especialista, la RV està determinada per l’aparell que la genera i, per tant, compleix la definició de simulació recollida pel diccionari¹¹¹ per a l’àmbit informàtic:

“Tècnica que simula un fenomen determinat, ja sigui resolent per ordinador les equacions que el regeixen o també observant un altre fenomen anàleg governat per les mateixes equacions.”

¹¹⁰ Diccionari de la Llengua Catalana de l’Institut d’Estudis Catalans.

¹¹¹ Diccionari de la Llengua Catalana de l’Institut d’Estudis Catalans.

La simulació, per tant, correspondria a una forma concreta de representació, de tipus dinàmic i associada a la validació d'una hipòtesi interpretativa d'una realitat poc accessible (Weissberg, 1989: 17). Per això la simulació està relacionada amb la I. A. i els sistemes experts però, en el cas que aquesta verificació es realitzi mitjançant l'apreciació de qualitats de tipus icònic, parlarem de visualització científica. Michal Koutek, que treballa a la Universitat Tecnològica de Delft, la defineix de la següent manera (de Haan, Koutek *et al.*, 2004):

“Scientific visualization is widely used as a means of interpreting and understanding data and models originating from many scientific research areas. The use of graphical representations exploits the extensive capabilities of the human visual system in recognizing complex patterns and features in this data.”

Com a representació gràfica, la RV és alhora una computadora i una eina de visualització però, com que a més és tridimensional i interactiva, pot proporcionar un entorn, un espai tridimensional en què relacionar-se de forma més intuïtiva –natural– amb les dades. Aquest potencial aconsegueix d'una manera específica l'objectiu de les representacions que, com veïem, és traduir un problema a una forma més senzilla perquè pugui ser resolt. La RV se serveix d'un tipus de representació (computacional) anomenada isomòrfica, icònica o analògica perquè hi ha una relació estructural i mètrica directa entre algunes de les propietats de la realitat i la seva representació¹¹². Tècnicament, aquesta relació s'anomena isomorfisme i significa que la representació conté implícitament les propietats del domini, preservades per l'isomorfisme (Fischler i Firschein, 1987: 74, 78). Aquest tipus de representació pot ser molt útil per respondre gran quantitat de preguntes complexes. En el cas d'un mapa, per exemple, podem saber quina és la població més propera a una intersecció de carreteres o bé explicar per què el Vallès és una regió tan densament ocupada. En el cas de la RV, els avantatges són lògics ja que no només és una representació gràfica, concreta, de la realitat sinó que, a més, es basa en el mínim de convencionalismes –principalment, l'escala mètrica– ja que intenta reproduir la realitat amb el major realisme perceptiu (visual i auditiu) possible. Així doncs, la resolució d'un problema es pot assimilar a la realització d'un experiment físic en una situació real, en oposició a l'obtenció d'una solució aplicant una tècnica algorítmica a una descripció simbòlica (Fischler i Firschein, 1987: 79). Mentre que en aquest segon cas és necessari explicitar exhaustivament el domini, les regles, les premisses, etc., en el primer no cal precisament perquè estan continguts en l'estructura de la representació. Cal afegir que, en el cas de la RV aplicada a l'Arqueologia, a més de representar relacions espacials, la virtualitat i el dinamisme permeten introduir-hi la variable temporal. Això és el que justifica el seu ús en Arqueologia des d'un punt de vista científic.

Aquesta concepció de la RV implica també la noció de “model”. Podríem dir que el concepte representa aquesta funció de què estem parlant però analitzada des de l'altre punt de vista, no pas el del procés de simulació sinó el de la representació acabada, en certa manera independent de nosaltres, que actua com a exemple generalitzable d'un fragment de realitat. Segons el diccionari¹¹³, la definició general de model és:

¹¹² Tornarem a parlar d'aquest tema a l'apartat de relació entre l'objecte i la realitat de la secció de semàntica de les imatges.

¹¹³ Diccionari de la Llengua Catalana de l'Institut d'Estudis Catalans.

“Representació ideal d’un aspecte concret de la realitat física emprada amb finalitats d’interpretació i de quantificació dels fenòmens i dels comportaments. / Teoria o descripció matemàtica d’un objecte o fenomen real. / Simplificació de la realitat que intenta detectar els elements fonamentals d’un problema concret, eliminant-ne aspectes secundaris.”

Per tant, entès des del punt de vista de les característiques essencials de la RV, un model és un resultat tancat i coherent, autònom, de la simulació que actua com a intermediari perquè el modifiquem –en lloc d’incidir sobre la realitat– amb l’objectiu d’obtenir un cert coneixement. Claude Cadoz ho explica amb les següents paraules (Cadoz, 1995: 95-96):

“La modelización es una etapa fundamental de la representación. Prolonga las transmisiones espacial y temporal, pero opera un corte definitivo. Sustituye los objetos iniciales por otros objetos. Construidos con otra sustancia, y establece la correspondencia atravesando un proceso complejo de análisis y de verificación por la experiencia que implica al hombre.

[...] En efecto, la modelización es un medio de pasar del fenómeno realizado, percibido o medido a una entidad más fundamental, más unificada, más universal: su causa, su origen, su razón profunda.

[...] En la modelización, cuando se logra representar un fenómeno de manera satisfactoria –lo cual se puede verificar por la experiencia– se adquiere una nueva forma de conocimiento.

[...] El «retorno a lo real» existe en este caso bajo otra forma, fuera de la relación con la representación: es la reinversión de los conocimientos adquiridos bajo una u otra forma en las acciones y en las experiencias ulteriores.

[...] La modelización puede, sin embargo, dar lugar a formas más directas de concretización. En la medida en que el objeto o la realidad de partida han sido reemplazados no sólo por otro objeto sino por un objeto que puede ser experimentado por sí mismo, modificando arbitrariamente sus parámetros y sus determinaciones propias, es posible dar a ver y a conocer objetos ficticios que no tienen originales reales hasta ese momento.”

Les paraules de Claude Cadoz il·lustren cinc idees fonamentals relatives al concepte de model sobre les quals m’agradaria reflexionar. En primer lloc, amb un model no modifiquem la realitat sinó el coneixement que en tenim perquè, tal com afirmava anteriorment, el model permet operar sobre una substitució del món físic. La segona idea és que la substitució es produeix mitjançant una operació de simplificació i d’abstracció per poder aplicar-lo (a la realitat) de manera universal. Estem eliminant les característiques que en fan una instància particular perquè les conclusions siguin vàlides per a tots els objectes o fenòmens que pertanyen a la mateixa categoria. Així doncs, el potencial explicatiu del model es basa en un raonament de tipus inductiu.

En tercer lloc, fragment de Cadoz resumeix tot el procés que involucra el model: la primera fase correspon a la creació de la representació; la segona porta de l’ús del model novament cap a la realitat i és aquí on resideix el seu valor epistemològic. Però, com es pot justificar aquesta relació entre realitat i representació? La funció cognitiva dels models és una vella discussió que, després de la revolució científica moderna, va ocupar el centre d’atenció de la Filosofia de la Ciència durant dècades, i que havia

tornat a sorgir durant els anys 70 com a conseqüència del desenvolupament de la I. A. En aquest context, les reconstruccions virtuals aporten una nova dimensió al debat perquè integren tres tècniques de modelització que fins fa poc s'utilitzaven separadament: la rèplica, la simulació i la formulació matemàtica (Maldonado, 1994: 78). El problema epistemològic que comporten els models –i que es fa especialment evident en el cas de la RV per la seva existència com a cruïlla de tendències històriques molt diferents– és que la modelització és alhora una estratègia creativa i cognitiva, i la relació entre ambdues encara no s'ha resolt completament (Maldonado, 1994: 143). Per altra banda, els models també obliguen a reflexionar sobre dues altres qüestions. En primer lloc, els problemes relacionats amb la projecció, amb el format de representació i el nivell de correspondència amb la realitat. Tal com veurem a l'apartat de “Relació entre objecte i representació” de la Semàntica de la Imatge i de la RV, l'intent d'establir una categorització precisa d'aquest tema porta reiteradament a la noció de similitud i aquest és un concepte complex, que cal definir tant des del punt de vista quantitatiu com qualitatiu, perquè ambdós posseeixen conseqüències que el porten més enllà de la simple habilitat reproductiva. L'altra qüestió és el seu ús com a eina comunicativa: com que és una reproducció explicativa simplificada de la realitat, un model presenta un vessant pedagògic intrínsec. La intuïció ens diu que això és especialment cert en el cas que es tracti d'un model de tipus icònic, més que no pas una fórmula matemàtica abstracta. És cert? En principi, tots i totes estem d'acord que “una imatge és millor que mil paraules” i la Psicologia evolutiva també sembla recolzar-ho. D'aquesta qüestió me n'ocuparé a l'apartat d'aprenentatge de la “Pragmàtica de la RV” perquè, si es confirma, justificaria l'ús de la RV des del punt de vista pedagògic i comunicatiu.

La quarta idea que recull el text i, al meu entendre, la més important és l'experimentació. Cal tenir present que, des del punt de vista científic, “model” accepta dos possibles matisos: un com a teoria explicativa tancada, definitiva; i un altre com a instrument d'anàlisi i verificació. Per tant, no produeix un coneixement absolut i definitiu, sinó que es converteix en una eina experimental, un element recurrent de transició entre dos estats de coneixement quantitativament i qualitativament diferents. Aquest segon significat és el que posseeix la RV i li ha estat conferit per la capacitat interactiva de la computadora. Per comprendre aquesta qüestió cal anar fins a l'essència mateixa de la RV i descompondre-la en els seus elements constituents. Deixant de banda la possibilitat d'associar comportaments programats, una reconstrucció virtual està formada per imatges que s'anomenen numèriques, sintètiques o digitals. La diferència entre les imatges que fan les màquines fotogràfiques modernes i les tradicionals, anomenades analògiques, és que ja no es basen en la química i les superfícies fotosensibles sinó que els patrons lumínics s'han atomitzat de manera que cada punt de llum posseeix un valor numèric calculat. Una imatge analògica rep aquest nom perquè els procediments d'enregistrament sobre el suport mantenen una relació de contigüitat amb la realitat capturada: es tracta de la seva traça física (Welger-Barboza, 2001: 18). La diferència amb la pintura es troba en aquest fet i també en la possibilitat de produir-ne tantes còpies com es vulgui. La imatge numèrica, al seu torn, presenta diferències respecte dels dos tipus de representació icònica. En primer lloc, no existeix únicament sota un format icònic sinó que, en realitat, està formada per un codi binari que el processador interpreta i tradueix quan ha de posar-lo a la pantalla. En segon lloc, a diferència de les altres dues, pot ser copiada i totes les versions manipulades, de manera que no n'hi ha cap d'original, cap que sigui la primera: és impossible distingir d'on han sortit totes les instàncies ni verificar què és real però també posseeix

l'avantatge que la seva rèplica virtualment infinita no li resta fidelitat o definició (Welger-Barboza, 2001: 19).

El salt que es produeix en una imatge digital és major que el que es produeix en un processador de textos ja que en aquest cas convertim símbols lingüístics en símbols numèrics, mentre que per fer una imatge intervenen un conjunt d'algoritmes que permeten que la successió de zeros i uns produeixin les variacions de forma i color que constitueixen les imatges (Welger-Barboza, 2001: 17). Per tant, s'ha produït un trencament epistemològic i les imatges ja no corresponen a una representació contínua sinó que pertanyen al domini del càlcul i, per extensió, de la lògica matemàtica (Deloche, 2001: 224). Aquí es troba la seva capacitat dinàmica i també el seu valor analític. Una imatge digital està pensada per aconseguir o millorar tres funcions: la definició, l'emmagatzematge i difusió; i, finalment, la manipulació. A diferència de les imatges analògiques, que estan fixades, aconclertes, i són planes, una imatge numèrica mai no està tancada, sempre és editable i, a més, permet penetrar en la tridimensionalitat. Per aquest motiu podem afirmar que el *VH*, malgrat estar generat computacionalment, no comparteix aquesta filosofia de la imatge numèrica, ja que està format per textures planes que tenen com a objectiu la creació d'una sensació de realisme i, per tant, mantenen un valor analògic.

El potencial de la RV com a eina de simulació per generar models tridimensionals interactius de la realitat és troba, per tant, en la numerització d'una representació icònica de la realitat. La traducció al llenguatge numèric permet la realització de càlculs lògics, és a dir, de l'aplicació de la base matemàtica inherent a les computadors i això garanteix el seu ús com a instrument d'experimentació, en virtut de la relació isomòrfica que la part icònica de la representació manté amb la realitat i també dels comportaments associats als objectes mitjançant la programació. La simulació numèrica és un tipus concret d'experimentació científica, equiparable a l'experimentació tradicional, ja que també es proposa la confirmació d'una teoria, la cerca heurística de fenòmens encara per descobrir o l'establiment de les lleis que regeixen fenòmens coneguts però sense explicació (Roy, 1989: 35). Tanmateix, no hem d'oblidar que no es tracta de la realitat mateixa sinó d'una representació, per la qual cosa posseeix inconvenients i avantatges, que constitueixen les diferències entre experimentació i simulació (Roy, 1989: 35):

- En els experiments sobre el món real el sistema estudiat mai no està tancat, sempre hi pot haver influència de l'exterior, mentre que el model està tancat perquè és el resultat d'una creació i, per tant, no hi haurà intervencions inesperades.
- En una relació directa amb el món, no es pot tenir tot en compte ni tot és mesurable; en canvi, el model permet que absolutament tot es pugui mesurar. És més, no hi ha instruments per fer-ho perquè el model és el propi instrument de mesura.
- A diferència de l'estudi de la realitat, que pot demanar una logística molt costosa, els models només estan lligats a la capacitat de l'ordinador.

Per tant, es tracta d'un tipus de model amb una funció específica, que reuneix – recordant l'explicació sobre l'evolució històrica de la teoria del coneixement– dues formes diferents de fer ciència: una de tradicional, basada en l'observació de les

característiques qualitatives; i una de més moderna, basada en les mesures precises i els càlculs numèrics. Aquesta realitat obliga, en primer lloc, a realitzar repetidament aquell “retorn a la realitat” de què parlava Cadoz per verificar que el model manté la relació desitjada amb la realitat i, per tant, fonamentar adequadament les inferències. I, en segon lloc, a tenir molt clar quins fenòmens es poden estudiar amb aquest tipus d'eina.

Això explica per què s'ha aplicat en àmbits en què hi ha una llarga tradició de recerca experimental, com ara la Biologia molecular, la Física de partícules, l'Astrofísica, la Neurociència o la Mecànica de fluids. És a dir, tots aquells en què la visualització dinàmica permet comprendre i predir el comportament, traduït en termes de disposició espacial, d'objectes que no es poden veure perquè són massa grans, massa petits, massa llunyans, etc. L'ambició que propugna aquesta tesi és que també sigui així en Arqueologia, i la RV abandoni seva funció exclusivament il·lustrativa, per dedicar-se a la simulació de fenòmens espacials que no es poden veure perquè ja han passat. Però el problema és que, actualment, el VH ha agafat l'altra accepció¹¹⁴ de model, l'artística:

“Maqueta feta a escala d'un edifici, d'un monument o d'un detall arquitectònic”.

La RV es fa servir per explorar dades de tipus espacial – volumètric però, a més, respon al desig d'interactuar de manera més intuïtiva, més natural, amb les dades (de Haan, Koutek *et al.*, 2004; Jacobson, 1994: 11). Fins i tot, de maneres que no són possibles a la realitat. Aquí lliga també la cinquena idea de Cadoz, que havia reservat per aquest moment: aplicada a l'Arqueologia, la RV pot crear objectes que no existeixen però no perquè encara no s'hagin fabricat –Cadoz pensa en els prototipus de l'enginyeria– o perquè pertanyin a móns de fantasia, com correspondria a la ciència – ficció sinó perquè ja no existeixen. La RV, en aquest cas, no s'aplica al futur sinó al passat.

I.4.6. La RV dins les TIC

I.4.6.1. Introducció

En aquest capítol adoptaré una aproximació més “actualista” a la RV i l'analitzaré com a element resultant d'un seguit de processos de transformació que explicaré a la primera secció. Les novetats que s'han produït recentment en les tecnologies de la comunicació estan associades amb diversos termes –Internet, Ciberespai, RV, multimèdia, etc.– molt propers entre ells quant al significat. Aquí intentaré definir-ne alguns com a pas necessari per comprendre millor l'abast del concepte de RV, atès que alguns autors el defineixen en relació amb el Ciberespai o, en d'altres casos, la RV sembla desplaçar-se al llarg d'un continu que l'apropa o l'allunya del multimèdia. Bàsicament, l'objectiu d'aquest apartat és acotar clarament l'abast de la RV a través de la definició dels altres conceptes que integren allò que s'ha anomenat “Noves Tecnologies”.

¹¹⁴ Diccionari de la Llengua Catalana de l'Institut d'Estudis Catalans.

I.4.6.2. Un període de transformacions

Tothom està d'acord en afirmar que actualment assistim a una transformació visible de la societat, caracteritzada per l'augment de la interdependència i la circulació massiva d'informació gràcies a l'ús generalitzat de noves tecnologies. Per manifestar la diferència que suposa respecte del món del s. XX, se li ha donat un nom: la Societat de la Informació. La teoria de Javier Echevarría (Echevarría, 2000: 70-76) és que aquesta forma social correspon a la tercera etapa d'un procés d'evolució econòmica i comunicativa de la humanitat que l'ha portada a habitar tres entorns diferents, concèntrics i successius. El primer correspon a la naturalesa, a la qual els homínids s'adapten i acaben donant lloc a l'espècie que som ara. En aquest primer moment, el mitjà de comunicació amb l'entorn són els sentits. El segon gran període és el que correspon a la societat urbana, que apareix com a conseqüència del procés de neolitització i es consolida amb la formació de l'Estat. En aquest segon entorn les cases, agrupades en nuclis cada cop més grans, acaben separant les persones de la naturalesa i aïllant-les en un entorn cultural i social que assolirà el seu màxim desenvolupament amb la industrialització. En aquest entorn es necessita un mitjà de comunicació de masses que, conseqüentment, perd el caràcter immediat i interpersonal: es tracta de l'escriptura. El darrer entorn sorgeix com a conseqüència de les telecomunicacions i, a diferència dels anteriors, ha perdut parcialment la seva entitat física: s'ha virtualitzat. És un entorn artificial en què el principal mitjà de comunicació són les TIC.

La tecnologia no és l'únic aspecte que origina o caracteritza aquesta darrera fase, sinó que també és fonamental l'economia. En opinió de Lévy, el comerç, la comunicació i el transport formen part de la mateixa onada de virtualització general que consisteix en una desterritorialització física (Lévy, 1995: 49). La virtualització de l'economia comença amb l'aparició de la moneda i el mercat financer, que són l'origen i acompliment d'aquest procés. La moneda es pot considerar un element virtual perquè substitueix la relació directa entre producció i consum, el valor local, personal, del treball, per un mecanisme d'intercanvi general, anònim, col·lectiu, diferit en el temps i l'espai que, en lloc de transferir objectes tangibles, trasllada el reconeixement d'un deute (Lévy, 1995: 50). La realització d'aquestes operacions a escales cada cop majors acaba portant a la creació del mercat financer, un entorn econòmic que funciona autònomament, sobre la base de les seves pròpies operacions, i que no manipula res més que valors numèrics sense aparent connexió amb la realitat. Naturalment, les telecomunicacions no han estat alienes a aquest procés ja que, en un primer moment van permetre la creació d'una xarxa distribuïda de connexions entre els diferents participants en aquest joc però, actualment, han esdevingut un sistema de circulació en què els diners i la informació són valors de canvi equivalents.

La Societat de la Informació es pot considerar una nova fase del capitalisme en què ja no circulen únicament els diners, el treball o les persones –com es va produir a partir dels anys 50 amb el turisme de masses– sinó que el principal bé de consum és la informació. La desaparició dels objectes és causa i símptoma que les nocions clàssiques de treball i de mercat s'estan transformant. També els drets associats s'han vist afectats i plantegen problemes i reptes a la legislació tradicional. Per exemple, com establir la propietat sobre uns elements intangibles dipositats en una xarxa distribuïda de la qual tothom pot baixar continguts sense cap mena de control? Ara el valor ja no es basa en l'acumulació o l'intercanvi sinó en l'ús, de manera que els tradicionals sistemes de taxació i mesura estan quedant obsolets (Lévy, 1995: 64). En molts casos, el preu d'un

servei ja no es fix sinó que s'actualitza en funció de les descàrregues. En aquest nou espai comercial, els rols de consumidor/a, productor/a i intermediari/ària també estan patint modificacions. Els dos primers s'estan desdibuixant: en un entorn en què els productes i els serveis més valorats són interactius, els consumidors esdevenen coproductors (Lévy, 1995: 61). Però el més afectat és el darrer grup, que corre el risc de desaparèixer perquè, gràcies a les noves formes de transacció, ha deixat de ser necessari (Lévy, 1995: 60).

Al s. XIX, amb la Revolució Industrial, el treball es va convertir en moneda de canvi: l'obrer venia la seva força a canvi d'un salari. Però, en les actuals circumstàncies, els coneixements i les competències han deixat de ser estables i s'actualitzen constantment. Per tant, el treballador ja no ven una força de treball, una realització, que es pot mesurar per hores o per quantitat de producte, sinó que ven la seva competència (Lévy, 1995: 58) o, més exactament, coincidint amb les noves tendències sobre l'educació, una aptitud constantment actualitzada, la capacitat d'aprendre i innovar¹¹⁵. És a dir, que també en l'aspecte laboral s'ha produït una virtualització, ja que no es canvien productes sinó capacitats i esdeveniments. Això genera una situació totalment contrària a la lògica del capitalisme, perquè el consum d'aquests béns no en disminueix la quantitat, amb la qual cosa trastoca les lleis tradicionals de regulació del sistema. Sobre aquest punt existeix un desacord entre Lévy i Maldonado, atès que aquest darrer opina que la informació s'ha de posar en relació amb l'escurçament de la vida dels béns de consum que es produeix de manera progressiva des de mitjan s. XX (Maldonado, 1994: 14). L'aparent contradicció entre ambdós autors es produeix perquè atorguen a la informació una ontologia diferent. Per Maldonado la informació és un bé immaterial, que s'ha de consumir immediatament perquè queda ràpidament desfasat; per Lévy, en canvi, la renovació no és sinònim de destrucció, sinó d'actualització en el sentit virtual del terme. Mentre circulen per la xarxa, les informacions són virtuals –no immaterials–, és a dir, que són potencials, pertanyen a tothom, estan deslocalitzades i són objectives; en el moment que una persona hi accedeix, l'està actualitzant en el sentit que la fa seva, que n'està creant una solució particular, de la mateixa manera que els objectes físics també són la realització d'un potencial (Lévy, 1995: 56). Per tant, el consum d'informació no pot implicar destrucció ni possessió perquè, respectivament, és una creació i un esdeveniment.

Jo crec que totes dues opinions són certes i no existeix contradicció entre elles. La informació es pot entendre com una actualització d'un potencial indestructible, però cal afegir-hi una paraula clau, que integra la crítica de Maldonado: es tracta d'una actualització permanent. El capitalisme no ha abandonat els seus mecanismes de regulació tradicionals, sinó que s'ha inventat una nova forma de "destrucció" precisament inherent a l'esdeveniment: l'obsolescència. Les informacions posseeixen una vida més curta que cap altra instància particular (objecte) resultant de l'actualització d'una problemàtica general i això és degut a una causa exterior a elles, que les converteix en allò que són. Cal tenir present que estem parlant d'informació, no pas de coneixement: el coneixement també és una actualització però la seva durada és molt

¹¹⁵ Recordem que ara l'educació es concep com una activitat que es desenvolupa durant tota la vida i així ho reflecteix, per exemple, l'existència a la UAB del que abans s'anomenava "Escola de Doctorat i de formació continuada".

superior perquè queda fixada en suports materials¹¹⁶. En canvi, la informació és coneixement atomitzat, puntual, perquè descriu esdeveniments en lloc d'exposar reflexions sobre el món i es transmet a través de mitjans de comunicació basats en les tecnologies modernes –ràdio, televisió, Internet– que no els fixen enlloc. Les informacions duren tan poc perquè, en alguns casos, es basen novament en la paraula parlada. Però també perquè, gràcies a les TIC, ara tenim un abast total del planeta i podem conèixer en temps real els processos que s'hi produeixen. Tanmateix, aquest accés no es realitza de manera contínua, tal com està passant a la realitat, sinó a través d'una seqüència de fets que van descrivint els successius estats de la qüestió. D'aquí una sensació d'actualització constant a la qual ha contribuït la lògica interna de les computadores: igual que passava amb les imatges, el temps en els ordinadors no és analògic, fixat i acomplert, sinó que està discretitzat i pot ser manipulat, diferent cada vegada (Couchot, 1989: 120). Per tant, en la Societat de la Informació, el temps està fet a base d'una infinitat d'instants inicials fixats. La necessitat d'actualitzar constantment la informació forma part del capitalisme però també de la lògica dels ordinadors, perquè fragmenten el coneixement i el converteixen en informació, en dades homogènies i, per tant, més fàcils de manipular. La Societat de la Informació, sorgida de l'evolució tecnològica i econòmica de finals del s. XX ha adoptat aquesta concepció i l'ha aplicada al coneixement. Per això parlem de Societat de la **Informació**.

Simplificant molt l'explicació, podem dir que la forma actual de les relacions socials humanes és deguda a un substrat bàsic de tipus econòmic al qual s'hi ha afegit una innovació tecnològica que ha portat l'element revolucionari. Com ja he citat en començar el capítol de la "Filosofia de la virtualitat", Lévy considera que es tracta novament d'un procés de virtualització, però aquest cop degut a l'augment de les comunicacions i determinat en la seva forma per les TIC (Lévy, 1995: 20-21). Aquesta afirmació conté diverses implicacions. La cerca de noves formes de comunicació és inherent a la necessària expansió mercantil capitalista. Després de tres-cents anys d'expansió física i d'augment de la velocitat de transport de persones i mercaderies, els límits geogràfics s'han esgotat i els mercats han començat a saturar-se, de manera que el sistema s'ha hagut d'inventar un nou espai comercial que transcendeixi el purament físic. Això ha estat possible gràcies a la interconnexió de les memòries dels ordinadors en una xarxa d'abast mundial. Com sempre, el tot ha estat superior a la suma de les parts i és així com el Ciberespai s'ha convertit en el mercat del s. XXI. Per McLuhan aquesta fase correspon a un període d' "implosió" del món occidental ja que, gràcies a la capacitat de prolongar els nostres sentits a través dels mitjans de comunicació, hem abolit la dimensió espai – temporal en el nostre planeta (McLuhan, 1996).

Naturalment, això no hauria estat possible sense allò que ara anomenem TIC, hereves de les "antigues" telecomunicacions, però innovadores perquè constitueixen una simbiosi total entre els ordinadors i els mitjans de comunicació de masses. Els ordinadors també són fills –de segona generació– de la ideologia sorgida de la Revolució Industrial, que propugna l'estandardització i automatització dels processos amb l'objectiu d'optimitzar la producció (Penny, 1994: 202). Fins ara, un ordinador feia precisament això. Però, actualment, les computadores han abandonat aquesta primera funció mecànica i s'han integrat en la nova fase de la Revolució Industrial. Gràcies a la seva capacitat de simular funcions diverses i a la possibilitat de connectar-se com a node

¹¹⁶ Malauradament, aquesta lògica també s'està aplicant als llibres. Per això es publica tant, perquè s'anteposa la quantitat d'informació a la qualitat de les idees i també perquè es considera que els llibres antics estan caducats, que cal actualitzar la informació.

dins una xarxa, un ordinador ha esdevingut una màquina de màquines, una eina per escriure, pensar, parlar amb altres persones, calcular, comprar, viatjar, aprendre... Els ordinadors han creat una xarxa basada en la seva lògica interna –demanen informació i tornen informació (Heim, 1993: 75)– i, pel seu paper de mediadors absoluts, també han provocat l'aparició de conceptes com ara “interfície” o “interactivitat”.

Les TIC transformen la societat perquè trenquen alguns dels fonaments bàsics de la societat moderna. En primer lloc, una de les característiques fonamentals del món postmodern és que, com deien Lévy o Maldonado, els béns i la indústria han estat substituïts per la informació i els serveis com a motor principal de funcionament. La innovació tecnològica que representen les TIC ha estat cabdal perquè el capitalisme aprofiti les oportunitats mercantils que ofereix la globalització i la descentralització per expandir-se físicament i virtualment, gràcies a la creació d'un altre mercat en una nova dimensió. Per tant, el Ciberespai és alhora un mitjà de comunicació entre les diferents seves físiques i també un espai nou de compra i venda de productes reals i d'informació. També hem de parlar de la transformació de la lògica espacial que havia caracteritzat les societats humanes anteriors. Amb el desenvolupament de les comunicacions, les distàncies s'escurcen cada cop més fins que, amb l'aparició de les TIC, es col·lapsen. En realitat, no és que el món físic desaparegui –perquè hi ha molts països que no disposen d'accés a Internet i, per tant, segueixen “depenent” de l'espai– sinó que s'hi superposa un món virtual, molt més flexible que l'anterior, i això comporta conseqüències per l'economia, la ubicació de les persones i les indústries, els desplaçaments, etc. (Dodge i Kitchin, 2001: 14): en el món que disposa de les TIC, el temps ha esdevingut més important que l'espai.

Les TIC també transformen les relacions interpersonals perquè l'espai físic ja no és l'únic que defineix els sentiments de pertanyença a una comunitat, sinó que el Ciberespai ofereix un espai d'intercanvi en què les persones ja no estan vinculades per la proximitat física sinó per les afinitats culturals o psicològiques (Dodge i Kitchin, 2001: 16). Aquest és un exemple que mostra de quina manera el propi desenvolupament d'una tendència històrica genera les contradiccions que l'acabaran transformant. No hi ha dubte que les TIC han sorgit en el context de la societat capitalista industrialitzada, en part per millorar les necessitats del sistema. Fins ara s'havia dit que continuaven la tendència iniciada a partir dels anys 50, en què el nombre de desplaçaments de les persones i la seva distància dissolien els lligams i provocaven la desaparició del sentiment de pertànyer a una comunitat. Però jo crec que ara s'està invertint la tendència, perquè l'existència de la xarxa evita els desplaçaments i permet fixar-se en un lloc de residència que pot estar situat lluny de la seu de l'empresa. Per tant, no desapareix definitivament la ubicació física, al contrari. A més, hi ha sentiments de territorialitat que no desapareixen mai –com ara el de nacionalitat– i, per altra banda, les comunitats aprofiten la xarxa per reforçar la seva existència real (Dodge i Kitchin, 2001: 17).

Una altra de les característiques pròpies de la societat industrial però que té les seves arrels socials i culturals a la Il·lustració, és la separació entre l'espai domèstic i l'espai públic. Tot i que crec que aquesta distinció mai no ha estat del tot clara, l'arribada de les TIC embolica la troca perquè ja no es pot comptar amb el recurs de l'ancoratge físic: en un moment en què l'ordinador i una connexió ràpida a Internet et permeten treballar a casa, la separació entre les dues activitats no depèn de l'espai sinó del temps i el tipus d'acció que es duu a terme durant aquell període. Una cosa és clara: l'actuació de

processos aparentment contradictoris, que mostren fins a quin punt ens trobem en un procés de canvi, en què les concepcions tradicionals es transformen seguint línies diverses. Per exemple, amb l'augment de les comunicacions modernes, l'accés a l'esfera pública de les finances, les compres, el treball, etc. es pot realitzar des de l'esfera privada. Per altra banda, Internet és un espai públic però pot mostrar, cada cop més, els interessos individuals, a través de la possibilitat de penjar la pròpia pàgina *web*. Les TIC també suposen una ingerència de l'àmbit públic en el privat perquè les converses a través del nostre mòbil o els moviments del nostre ordinador queden registrats i, fins i tot, poden entrar a dins i manipular els nostres fitxers (Dodge i Kitchin, 2001: 19). Això està començant a generar problemes legals –alguns dels quals tenen difícil solució precisament a causa de la manca d'adscripció geogràfica– però que el sistema també ha sabut aprofitar i s'ha inventat programes de protecció contra virus, espies, cucs i altres tipus d'entitats informàtiques més o menys indesitjables.

Des del punt de vista de la comunicació, les TIC representen una nova fase de l'evolució iniciada al s. XX amb els mitjans de comunicació de masses, però ara marcada per una tendència contrària als anteriors: mentre que aquests, hereus de la filosofia de la industrialització, comporten una generalització de la comunicació, una massificació i homogeneïtzació de l'experiència, les TIC impliquen, gràcies a les característiques dels PC, un retorn a la particularització, amb la diferència que, com que es mantenen les característiques dels *mass-media*, ja no es pot tornar a l'intercanvi interpersonal sinó que el que es fa és personalitzar-ho i incloure-hi la interactivitat. Per tant, és una il·lusió de la comunicació directa pròpia de la primera fase de la humanitat de què parlava Echevarría (Echevarría, 2000: 70-76) perquè, a l'hora de la veritat, es troba cada usuari/ària sol/a davant d'una màquina que, en el millor dels casos, fa d'intermediària de la comunicació. Com veurem en el capítol següent, les TIC també comporten una dissolució de la separació tradicional entre emissor/a i receptor/a, ja que a través dels missatges de mòbil o la televisió interactiva, les espectadores i els espectadors poden participar i modificar el que s'està esdevenint en un programa de televisió o de ràdio. Per altra banda, la seva plasticitat està generant l'aparició de noves formes de comunicació, amb llenguatges i espais diversos i, sovint, integrables: fa uns anys era impensable que un telèfon permetés enviar imatges; o, un altre exemple, els professors i professores s'exclamen que els alumnes tendeixen cada cop més a emprar l'argot dels SMS en el exercicis d'expressió escrita.

Les TIC també pretenen difuminar el límit entre el real i el virtual. La RV és hereva de diverses tradicions anteriors, però ara permet afegir-hi característiques pròpies de les computadores. La unió del realisme visual, la immersivitat i la interactivitat aspira a replicar la realitat de manera que els sentits no puguin distingir la simulació i el món físic. Aquest mateix procés es pot fer extensiu a la separació entre natura i tecnologia. Com diria McLuhan, el Ciberespai trenca aquesta dualitat perquè permet manipular el nostre cos i ampliar-lo a través de "pròtesis" tecnològiques que milloren les nostres capacitats. La desaparició de l'aspecte físic comporta altres conseqüències de tipus social o psicològic. Tradicionalment, s'havia considerat que la personalitat era un element estable; en canvi, les TIC demostren que podem canviar-la perquè som a través del que diem i no pas de l'aparença física. En realitat, no ens podem escapar de la realitat física i, per molt que creem avatars diversos, quan tanquem la finestra o l'ordinador tornem a ser nosaltres mateixos/es, però el que canvia és la percepció que es té de nosaltres, ja que l'interlocutor/a ja no pot recórrer a aquesta informació per interpretar-nos (Dodge i Kitchin, 2001: 23). Així, través de les TIC la identitat externa

esdevé efímera, múltiple, descentralitzada, perquè mostrem aspectes diferents en llocs diferents i això lliga amb les concepcions psicològiques postmodernes, que consideren que la personalitat evoluciona o canvia en funció del lloc on ens trobem (Dodge i Kitchin, 2001: 24). Malauradament, ara comencen a aparèixer estudis que adverteixen de la possibilitat que aquesta variabilitat externa acabi confonent la nostra imatge interna i, com s'ha detectat en alguns/es adolescents, es produeixin trastorns de personalitat. Però també s'hi pot trobar una cara positiva: especialment en l'àmbit social, molts grups tradicionalment marginats invoquen les TIC com a eina per evidenciar i subvertir les estructures de poder tradicional, perquè les diferències físiques –base de la imposició d'un gènere sobre l'altre o d'una “raça” sobre una altra– ja no són evidents.

Tot i que les TIC juguen un paper transcendental en el moment històric que ens ha tocat de viure, cal evitar caure en el determinisme tecnològic propi de les concepcions utòpiques. La tecnologia no és neutra, independent, ni totpoderosa, sinó que el seu ús i desenvolupament per un o altre camí també es construeix socialment. Com molt bé s'ha argumentat des dels postmodernismes, la tecnologia i la societat no estan separades, ni l'economia capitalista és la culpable de tot el que ens passa, malgrat que, en un món cada cop més globalitzat es fa molt difícil escapar-se a les tendències generals que imposa el sistema. La prova és que les TIC –per exemple, Internet– van ser desenvolupades per satisfer uns interessos concrets, exclusivament polítics i econòmics, però després han estat reapropriades des de l'àmbit cultural per generar noves solucions museogràfiques, pedagògiques, etc.

I.4.6.3. Els protagonistes dels canvis: multimèdia, Internet, I. A. i Ciberespai

I.4.6.3.1. Multimèdia

El terme “multimèdia” posseeix arrels anteriors als ordinadors però va ser adoptat per la indústria computacional com a ensenya atractiva per designar les noves tecnologies que barrejaven ordinadors, CD-ROM, videodiscs, etc. en un sistema controlat computacionalment que feia possible la relació entre l'hipertext i l'hipermedia. El multimèdia, per tant, no és ni una tecnologia específica ni un producte, sinó que es tracta d'un sistema de comunicació, un mecanisme per servir informació de manera intuïtiva, multi-sensorial a través de la integració de mitjans i fragments d'informació diversos (Koester, 1993: 14).

El principi bàsic del multimèdia és l'**hipertext**, l'origen del qual es troba en els treballs de Vannevar Bush, que durant la dècada dels quaranta va crear “*Memex*”, un sistema basat en microfitxes per organitzar i recuperar informació textual (Rovira, 1998). Avui dia es considera que (A.D., 2000):

“Un hipertexto es un texto organizado en módulos autocontenidos llamados nodos y unidos entre sí por links. Básicamente es una forma de organizar un texto alternativa a la habitual. Esta manera es más parecida a nuestra manera de enlazar pensamientos que la tradicional estructura lineal de los textos, porque nosotros avanzamos juntando ideas y asociándolas, no siguiendo un hilo único y lineal.”

El prefix “*hiper-*” significa l’existència d’algun tipus d’estructura de navegació. Per tant l’ “hipertext” és un text no seqüencial, amb un sistema que permet passar d’un lloc a l’altre en qualsevol ordre, a través de paraules clau, botons de navegació, etc. L’entorn hipertextual està constituït per una xarxa de nodes interconnectats. Com que l’aprenentatge no es fa de manera sistemàtica i lineal, sinó que “el lector construeix el seu propi discurs a mesura que va enllaçant fragments d’informació” (Rovira, 1998), els nodes han de ser necessàriament petits. Cada node tracta una sola idea, a la qual s’afegeixen lligams associatius que permeten l’accés a altres fragments d’informació. Es considera que aquest sistema proporciona un entorn d’aprenentatge molt més ric que el text seqüencial perquè l’usuari o usuària pot seguir la seva pròpia línia d’interès, permet incorporar manuals d’ajuda *on-line*, i s’adapta bé a les aplicacions educatives. En contrapartida hi ha el risc de “perdre’s al Ciberespai”, tot i que existeixen diverses solucions per fer-se una idea del contingut global i de la posició de l’usuari/ària en cada moment concret (Wilcock, 1996: 404-405).

L’exploració d’aquests documents és hipertextual també perquè les informacions estan estructurades com una base de dades. La vella base de dades ha sobreviscut i s’ha adaptat a la Societat de la Informació precisament per la seva forma atomitzada, susceptible de ser transformada en una estructura nodal jerarquitzada, que és ideal per als ordinadors, ja que permet anar actualitzant la informació a mesura que es sol·licita. L’hipertext es troba a la base de molts programes i també d’Internet. Però la diferència entre Internet i els documents hipertextuals és que el primer utilitza el lligam hipertextual principalment per facilitar l’accés telemàtic a documents remots i cada pàgina no expressa una sola idea sinó que tendeix a ser un document complet (Rovira, 1998). Tanmateix, els estudis sobre accessibilitat i comprensió estan portant cada cop més a dissenyar les pàgines *web* seguint els mateixos criteris que l’hipertext, per això podríem afirmar que, actualment, el multimèdia reproduïx a petita escala l’estructura del WWW.

El terme “**hipermèdia**” és el resultat de combinar el principi i el final de l’expressió “hipertext multimèdia”, i això significa que és l’extensió del sistema de navegació de l’hipertext per tal d’incorporar text, gràfics, vídeo i so. En l’hipermèdia conflueixen diversos àmbits, com ara les Ciències de la comunicació, les Ciències cognitives, l’Ergonomia, la Informàtica, la Psicologia, etc. Com que és un sistema relacional i multimedial, es considera (A.D., 2000) més proper a la nostra forma de pensar i expressar-nos i, per tant, permet una comunicació i una comprensió global més efectives. En moltes ocasions, “hipermèdia” i “multimèdia” s’utilitzen com a sinònims perquè el segon terme s’entén com un recurs informàtic que combina imatges estàtiques i / o en moviment, text i àudio. Tanmateix (A.D., 2000),

“La multimedia no es nada más que la combinación o utilización de dos o más medios de comunicación en forma concurrente. Es un adjetivo, una cualidad de un sistema o documento que utiliza más de un medio de comunicación al mismo tiempo. De esta definición se hace evidente que no es correcto hablar de “la multimedia...” sino que uno debería referirse a tal obra o documento como multimedial.”

El fet que un document sigui multimedial no garanteix necessàriament una comunicació més efectiva sinó que significa que un mateix missatge s’expressarà de manera completa a través de diversos elements. Si aquests estan ben integrats, la comprensió serà més eficient perquè s’assembla a la nostra manera d’expressar-nos i percebre el món –sempre mitjançant diversos sentits combinats– però també demanen

habilitats comunicatives molt complexes i comporten el risc de proporcionar moltes dades però poca informació¹¹⁷ (Koester, 1993: 14). Purcell (Purcell, 1997: 121) considera que alguns dels projectes més recents ja no es poden anomenar “multimèdia” sinó “multimodals” perquè contenen noves modalitats d’interacció i noves formes d’intel·ligència de la interfície –veu, tacte, gestos, visió– per facilitar al públic general l’accés a unes fonts d’informació cada cop més complexes.

Precisament aquesta idea és la que em dona peu per aclarir la relació entre la RV i el Multimèdia. A grans trets, existeixen dos tipus de RV: la que reconstrueix la realitat física i ens permet relacionar-nos amb la simulació de la manera més natural possible; i la que permet explorar i manipular una base de dades o una informació abstracta a través de l’entorn tridimensional interactiu. En aquest segon cas, l’objectiu no és interactuar amb la realitat sinó amb una informació concreta i la RV es converteix en una interfície de comunicació que rebaixa el nivell d’abstracció de les dades perquè les representa a través d’una metàfora visual i dinàmica. Com a exemple tenim l’aplicació “El Castell de Mur Virtual” (Sancho, 2001), creada pel Departament d’Història Medieval de la Universitat de Barcelona, que fa servir la reconstrucció del castell del mateix nom com a “índex” per organitzar els continguts complementaris d’una assignatura i, a més, mostrar visualment el marc de la vida quotidiana en un castell de frontera durant els s. XI-XII (Pujol, 2002a: 93). A la secció de pragmàtica de la RV veurem que aquest tipus d’aplicació forma part del que s’anomena “entorn virtual d’aprenentatge” i que s’ha defensat des de postures constructivistes com a eina educativa molt positiva.

Així doncs, la RV s’apropa al Multimèdia quan es fa servir com a metàfora de navegació, és a dir, com a entorn tridimensional que organitza i facilita l’accés a les informacions emmagatzemades i presentades sota diferents formats. En lloc de tenir un índex lineal com en un llibre, es fa servir una representació geomètrica, que serà especialment apropiada quan els continguts tinguin a veure amb l’àmbit espacial. En canvi, la RV s’allunya del Multimèdia quan els objectes es refereixen a ells mateixos i serveixen per experimentar amb el seu propi comportament. Per tant, podem dir que la RV i el Multimèdia estan lligats per un continu en què varia el rol de la reconstrucció i de la informació potencialment associada (Harper, Hedberg *et al.*, 2000: 167): en el primer cas, la informació es troba en els objectes i els textos o imatges associats són complementaris; en el segon cas, la informació es localitza a través dels objectes i constitueix la font principal de coneixement. Un coneixement que, a més, és directe, perquè ja està realitzat i es presenta sota diferents formats, mentre que en les simulacions s’obté a través del raonament inferencial. De totes maneres, no crec que la RV i el Multimèdia s’hagin de considerar extrems oposats sinó que representen diferents possibilitats d’implementació científica o educativa.

1.4.6.3.2. Internet

Internet és una xarxa global jerarquitzada d’ordinadors que estan vinculats a través de connexions per cable –de coure, coaxial, de fibra òptica– o bé a través d’ones electromagnètiques (Dodge i Kitchin, 2001: 2). El seu objectiu és facilitar l’accés o

¹¹⁷ Aquesta és una de les idees que intentaré verificar a través dels estudis empírics quan arribem a l’apartat d’aprenentatge al museu.

interacció amb la informació que hi està continguda i la comunicació entre usuaris/àries. S'ha comparat aquesta xarxa de xarxes amb el cervell humà, ja que aquest també està format per nodes interconnectats que s'agrupen formant estructures destinades a una funció específica (Dodge i Kitchin, 2001: 2).

L'origen d'Internet es troba en els programes militars desenvolupats per l'ARPA (*Advanced Research Projects Agency*), una agència creada pel Departament de Defensa dels EUA dins el context de la Guerra Freda. L'objectiu de l'ARPA era dur a terme programes d'innovació tecnològica, com ara un mètode per connectar els sistemes informàtics en principi incompatibles de diferents institucions militars o de recerca distribuïdes per la geografia nord-americana, de manera que el seu personal compartís els recursos i, sobretot, es protegissin les informacions i les comunicacions entre elles en cas de conflicte armat (Dodge i Kitchin, 2001: 6-7; Woolley, 1994: 108). El primer node de l'ARPAnet es va situar a la Universitat de Califòrnia – Los Angeles el setembre de 1969 i el desembre ja hi havia tres altres institucions connectades (Dodge i Kitchin, 2001: 7). En un principi, l'accés a l'ARPAnet estava limitat a les persones vinculades a l'ARPA, però progressivament s'hi van anar afegint nombrosos centres de recerca no vinculats a l'àmbit militar. A partir de llavors, el nombre de connexions va augmentar exponencialment als EUA, i el 1980 va fer el salt a Europa. La xarxa va créixer en dues direccions: cap a fora, estenent-se geogràficament, i cap a dins, en les anomenades xarxes d'àrea local (LAN), que serveixen per transmetre molta informació i comunicar-se a curta distància (Woolley, 1994: 109), per exemple, en una empresa o una universitat. Els anys 80 van estar marcats pel desenvolupament de l'arquitectura per a l'accés públic i van sorgir les primeres pàgines *web*, l'intercanvi de correu electrònic i els jocs en línia (Dodge i Kitchin, 2001: 10). La xarxa va continuar creixent durant els anys 90 i es va desvincular parcialment de les grans institucions ara que els ordinadors personals també hi podien entrar i el seu format s'havia adaptat per al públic general.

Precisament, aquesta ha estat una de les funcions de la *World Wide Web*. El WWW és un conjunt de software i protocols creats per Tim Berners-Lee del CERN (Ginebra), que permeten accedir a les famoses pàgines de format hipertextual, emmagatzemades en un servidor, que poden contenir text, imatges, so, espais tridimensionals i animacions (Dodge i Kitchin, 2001: 11). El WWW va entrar en funcionament el 1992 i el 1995 havia esdevingut el servei dins Internet amb un tràfic més important, per sobre del tradicional *FTP* (Dodge i Kitchin, 2001: 11), que només permetia accedir als continguts del servidor i descarregar-se'n els arxius. El seu èxit es deu a la facilitat amb què qualsevol persona des del seu ordinador pot baixar aquests documents multimèdia i explorar un tema sense haver-se de preocupar de la seva localització física. Per tant, el WWW constitueix una interfície de primer ordre per navegar a través d'un determinat tipus d'informació –considerada molt rica perquè combina diferents formats–, comunicar-se amb altres persones, buscar a l'interior de bases de dades, transferir arxius, comprar objectes o serveis, anunciar-se, activar programes en altres computadores, etc. (Dodge i Kitchin, 2001: 2).

La importància d'Internet és doble. En primer lloc, ha popularitzat el sistema d'*hiperlinks*, com a forma d'exploració de les dades per construir el propi coneixement sobre un tema. En segon lloc, ha fet possible l'existència real del Ciberespai imaginat per Gibson, tot i que amb algunes limitacions. De la mateixa manera que, en el cas del cervell, es considera que la totalitat és superior a la suma de les parts –perquè les connexions neurals generen la consciència–, s'ha afirmat que la unió d'ordinadors ha

permès el sorgiment del Ciberespai (Dodge i Kitchin, 2001: 2). A *The Neuromancer* es definia el Ciberespai com la immersió total dels sentits en un entorn generat artificialment, en el qual es podria interactuar amb objectes o persones i accedir a grans quantitats de dades acumulades en computadores. Actualment, això ho fa la part d'Internet corresponent al WWW, tot i que no pot acomplir les expectatives originals perquè en el Ciberespai original les dades es representaven de manera tridimensional, i l'usuari/ària, que es trobava a dins, hi interactuava verbalment o físicament.

Tanmateix, la xarxa permet el desenvolupament de diferents tipus d'interacció, alguns dels quals van aparèixer des del començament. Els més interessants des del nostre punt de vista són els *MUDs* (*Multiple User Domains*) i els *MOOs* (*Multiple Object-Oriented Environments*), entorns tridimensionals interactius en què un/a o diversos/es usuaris/àries poden interactuar entre ells/elles i amb els objectes. Això s'apropa a la manera com la ciència – ficció havia imaginat el Ciberespai, però també a la RV, ja que aquesta consisteix, precisament, en entorns tridimensionals interactius més o menys immersius que es poden explorar. El cercle es tanca en el moment que aquests entorns es penjen a la xarxa i es converteixen en nodes de navegació interactiva amb la informació o amb d'altres persones. Tot i que, actualment, el principal d'aquests entorns virtuals és purament lúdic, es fa servir cada cop més per satisfer objectius de tipus turístic, cultural o, fins i tot, científic.

1.4.6.3.3. Intel·ligència artificial

Panorama general

El terme intel·ligència artificial (I.A.) va ser creat el 1956 per John McCarthy, del MIT, en un conferència en què diversos autors van establir las bases d'aquesta disciplina com àmbit independent dins la informàtica (A.A.D.D., 2003). Tot i amb això, el 1950, Alan Turing ja havia publicat un article a la revista *Mind* titulat “*Computing Machinery and Intelligence*”, en què reflexionava sobre el concepte d'intel·ligència artificial i explicava la metodologia d'una prova –anomenada posteriorment “test de Turing”– que permetia determinar si una computadora es comportava segons aquesta idea (A.A.D.D., 2003). En realitat, el terme reflecteix una curiositat que l'ésser humà ha experimentat des de fa molts segles: saber si un artefacte pot realitzar els mateixos tipus de funcions que caracteritzen el pensament humà. Però no va ser fins a la segona meitat del s. XX que aquesta possibilitat es va materialitzar.

La intel·ligència artificial posseeix una llarga tradició de recerca, amb implicacions tècniques i filosòfiques en disciplines molt diverses però, amb el desenvolupament de la ciència moderna, la cerca de la I. A. s'ha bifurcat en dos vessants principals. D'una banda tenim la investigació psicològica i fisiològica de la naturalesa del pensament humà: la Psicologia cognitiva ha estat especialment desenvolupada des de les premisses de la I. A. ja que l'objectiu era crear màquines que pensin com les persones però això també va servir d'hipòtesis de partida per comprendre el funcionament del cervell humà (Durlach i Mavor, 1995: 105). D'altra banda, tenim el desenvolupament tecnològic de sistemes informàtics cada cop més complexos. En aquest segon cas, la recerca s'ha centrat en el llenguatge, en la seva producció i comprensió com a element més característic de l'ésser humà. I els resultats han mostrat que, mentre que la sintaxi és fàcilment programable, la semàntica no obté tan bons resultats perquè el seu

funcionament és molt més profund i va en la direcció d'una autèntica intel·ligència artificial (A.A.D.D., 2003).

La ciència-ficció també ha contribuït a estimular la recerca i a especular amb la possibilitat que les màquines pensin autònomament, que tinguin consciència de la seva existència, siguin capaces de generar nou coneixement no programat a partir de les relacions amb l'entorn i, fins i tot, de modificar-se elles mateixes. *Jo, robot* d'Isaac Asimov (1950) o *Somien els andròides en ovelles mecàniques* de Philip K. Dick (1968) plantejaven aquestes qüestions a mitjan s. XX i, més recentment, Steven Spielberg les va tornar a posar sobre la taula amb la pel·lícula *A.I.*, basada en una idea d'Stanley Kubrick, en què proposava la possibilitat que els robots tinguessin uns sentiments més estables que els humans. En el fons, la Intel·ligència Artificial exerceix una gran fascinació per les seves profundes implicacions metafísiques, epistemològiques i, sobretot, antropològiques.

Actualment existeixen dues tendències pel que fa al desenvolupament de sistemes de I. A.: els sistemes experts i les xarxes neurals. Mentre que els primers pretenen reproduir el raonament humà de forma simbòlica, les segones ho duen a terme des d'una perspectiva més biològica perquè intenten recrear l'estructura del cervell humà. Malgrat la complexitat d'alguns sistemes, els resultats estan molt lluny de reproduir un autèntic pensament intel·ligent i, per aquest motiu, s'associen més aviat amb les disciplines numèriques: la regularitat es descrivia tradicionalment a través de l'estadística; amb la intel·ligència artificial s'ha entrat en l'àmbit de l'explicació perquè constitueix un mecanisme per validar hipòtesis. En el cas concret de l'Arqueologia, tot i que va començar com a un camp de recerca molt prometedori, a partir dels anys noranta va decaure l'interès fins a abandonar-se completament. Segons Irwin Scollar (Scollar, 1999) la causa és que aquests mètodes no han estat gaire ben acceptats perquè es considera que no poden substituir les habilitats humanes i no satisfan les necessitats de l'Arqueologia. En realitat, aquesta aparent disminució del nombre de comunicacions relacionades amb la I. A. també té a veure amb el fet que s'ha produït una reorientació de les concepcions i, per consegüent, les categories analítiques definides pels primers anys ja no s'adiuen amb els temes presents (Scollar, 1999). Actualment, s'entén més aviat com una eina d'anàlisi estadística i encara es van trobant alguns projectes –tres a les CAA2004, quatre a les CAA2003, dos a les CAA2002–, dedicats a la tipologia automàtica de diferents tipus d'objectes –ceràmica, puntes de fletxa, objectes de bronze, art parietal, mostres de sòl...– i també, però és molt menys habitual, en relació amb el GIS com a model predictiu.

Sistemes experts i xarxes neurals

Els **sistemes experts** emmagatzemen les regles d'una disciplina i n'automatitzen l'ús amb l'objectiu de comprovar hipòtesis. Contenen regles empíriques, que descriuen les relacions que s'observen a la realitat, i regles inferencials, procediments abstractes que permeten operar amb les primeres i modificar-les (Barceló, 1995: 37-39). La forma bàsica que prenen aquestes regles acostuma a ser la mateixa que fan servir els ordinadors, a través de connectors bàsics –*if, then, else, not, or, and*– que tenen com a funció associar el coneixement declaratiu amb el procedimental i posseeixen un potencial enorme perquè permeten manipular gairebé qualsevol tipus de coneixement. Així doncs, un sistema expert està format per una base de dades –part declarativa–, una

base de regles –part procedimental– i un intèrpret –que conté els principis operatius del sistema, el programa, i fa de pont entre els dos anteriors (Barceló, 1995: 42).

Per tant, el nom d'aquest tipus de sistema prové del fet que actua com un expert/a en un domini de coneixement, ja que posseeix tot el coneixement possible sobre un tema i l'aplica per arribar a una conclusió. L'inconvenient d'un sistema expert és que no hi ha creativitat, sinó que l'ordinador fa allò que millor sap fer, molts càlculs alhora per detectar patrons d'associació i regularitats. És a dir que, a diferència del cervell humà, no poden generar coneixement totalment desconegut sinó establir generalitats i confirmar una o més de les solucions possibles. Les limitacions dels sistemes experts han portat a buscar altre solucions, com ara els algoritmes genètics (Barceló, 1995: 224-226), que es basen en el principi de la selecció natural. A partir d'un conjunt inicial de regles, el programa les avalua i recombina en funció de la seva probabilitat d'activació. En cada generació només “sobreviuen” aquelles que s'adeqüen millor al problema plantejat. També pot modificar-les aleatòriament o combinar-les per produir-ne de noves, tal com passa amb les mutacions genètiques.

Una **xarxa neural** és un sistema de processament de la informació que, a diferència dels sistemes experts, funciona de manera no algorítmica i en paral·lel (Barceló, 1995: 93-95). Està format per diverses unitats de processament, les neurones, que estan interconnectades entre elles. Cadascuna rep un senyal de les seves veïnes, el computa i el transmet a la resta. Rep aquest nom perquè es considera que simula el funcionament del cervell humà, en què els impulsos es distribueixen a partir de cada node només a partir d'un cert llindar d'excitació. El resultat final difereix en funció de les associacions de neurones que s'han establert i, precisament, les funcions cerebrals també consisteixen –com veurem quan parlem de la part cognitiva del procés de percepció visual– en conjunts flexibles de neurones estimulades conjuntament. La clau es troba en el fet que cada connexió posseeix una certa ponderació, de manera que, si no sobrepassen un cert llindar, la transmissió quedarà inhibida. Les diferències amb els sistemes experts són les següents (Barceló, 1995: 98-100):

- Els S. E. estan formats per un conjunt de regles lògiques, declaratives, que actuen linealment.
- Les X. N. funcionen a un nivell subsimbòlic mentre que llenguatge dels S. E. és simbòlic.
- Per això les S. E. presenten un valor denotatiu, i en canvi les X. N. es consideren des d'un punt de vista holístic, independent de les relacions semàntiques.
- Les X. N. emmagatzemen valors matemàtics i els S. E. emmagatzemen representacions.

Per tot això, les xarxes neurals presenten un avantatge quan la problemàtica és molt complexa o difícil de traduir al llenguatge natural però, en contrapartida, cal definir els valors de sortida i això no sempre és possible en Arqueologia (Barceló, 1995: 242-243). Aquests tipus de sistemes acostumen a ser molt complexos de dissenyar i, a més, els càlculs interns són més complicats que els de l'estadística multidimensional. Si hi afegim que són més abstractes que en els sistemes experts, per la qual cosa són poc transparents, perdem l'avantatge metodològic que invocàvem pel raonament automàtic.

Una solució és la integració de la lògica difosa. En un híbrid d'aquestes característiques, la xarxa assigna una possibilitat "difosa" que les dades pertanyin a aquell grup, és a dir, que reflecteixen el grau de certesa amb què la xarxa neural fa la classificació i, a més, permeten que un element pertanyi a més d'un grup. En el fons, si un problema arqueològic planteja tantes incerteses, potser valdria més tractar amb possibilitats més que no pas amb probabilitats, i aquesta és una distinció que es pot implementar matemàticament i computacionalment (Pujol, 2001b: 8). I també s'ha proposat l'ús dels arbres de decisió, que és un mètode d'inferència inductiva molt versàtil i per això s'ha emprat sovint per superar l'efecte "caixa negra" de les xarxes neurals, ja que en aquestes no es pot saber quant han après durant la fase d'aprenentatge i és més fàcil extreure regles a partir dels sistemes d'aprenentatge simbòlic. Els arbres de decisió consisteixen en l'aplicació d'un algoritme que classifica una mostra de dades discretes, amb l'avantatge respecte del K-Means i altres tècniques estadístiques classificatòries que explicita els criteris de discriminació (Farrington i Taylor, 2004).

Simulació

La simulació, que ja he explicat en bona part a la secció de visualització científica, està relacionada amb la I. A. perquè fa servir un conjunt de regles que determinen les característiques i el comportament dels agents. El seu objectiu es produir models de comportament amb finalitats, normalment, predictives. Els exemples més conegut són els models climatològics o de dinàmica dels fluids.

La simulació és una branca "antiga" de les aplicacions computacionals en Arqueologia. Està lligada al desenvolupament de l'escola processual – funcionalista i, concretament, a l'adopció de la Teoria General de Sistemes desenvolupada als anys 40 pel biòleg Ludwig von Bertalanffy (1901-1972). La versió arqueològica d'aquesta teoria combinava conceptes i funcionaments de la cibernetica i la teoria matemàtica de la informació i proporcionava un model concret per a l'estudi del canvi cultural que permetia superar els tradicionals estudis antropològics perquè integrava l'element dinàmic en unes descripcions habitualment estàtiques. Es basava en la premissa que les diverses societats humanes es regeixen per uns patrons generals específics, susceptibles de ser codificats com a regles. Per tant, l'ús de mètodes formals permetia comprovar la validesa de les hipòtesis en situacions diverses i, d'aquesta manera, contribuïa a construir la teoria social (Doran, 1994: 40). Com que l'estudi del funcionament d'una societat genera una gran quantitat de dades, la simulació computacional facilitava l'exploració de models complexos, realitzava prediccions i, tot i que demanava un gran esforç previ, després es podia repetir tantes vegades com calgués i sempre explicitava les cadenes de raonament, amb la qual cosa es reduïa la subjectivitat (Doran, 1994: 42).

Des del punt de vista metodològic, la simulació arqueològica es basa en l'analogia entre el model generat a l'ordinador i la societat real. Tenint en compte el registre arqueològic, es formulen hipòtesis sobre les cadenes causals que els han generat i es comprova si, efectivament, després d'n iteracions, el resultat material del model computacional coincideix amb el real. La diferència entre la simulació històrica i la simulació predictiva que es fa servir en sociologia o economia és que només posseïm informacions sobre els estadis inicials i finals, gràcies a les seqüències estratigràfiques i algunes regles de transformació molt generals (Fattovich, 2003: 63). Els models arqueològics no poden ser validats empíricament de manera directa, però aquesta manca

de validesa en el sentit habitual de l'experimentació científica no és un inconvenient insuperable perquè la seva utilitat es decanta –com en el projecte de Rodolfo Fattovich– cap a la reflexió epistemològica i metodològica sobre la disciplina (Doran, 1994: 53).

Per als arqueòlegs i arqueòlogues quantitius d'aquell moment, la simulació constituïa el principal vehicle per dotar l'Arqueologia d'objectivitat i, d'aquesta manera, superar el relativisme acadèmic fins a convertir-la en una disciplina veritablement científica (Doran, 1994: 54). Però, a partir de finals del anys 70 els models predictius van anar caient en desgràcia perquè estaven molt lligats a l'escola processual –funcionalista i quan aquesta concepció va començar a ser criticada des de diferents postures filosòfiques, els mètodes numèrics van ser deixats de banda (Pujol, 2002b: 19). Tanmateix, encara actualment es duu a terme algun projecte: per exemple, un a les CAA2004 –revisa les tècniques principals aplicades a l'Arqueologia–; un a les CAA2003 –aplica *strange attractors* per comprendre la dinàmica dels assentaments a les altes muntanyes noruegues– i un a les CAA2001 –que verifica les hipòtesis de reconstrucció social a nivell regional i global a partir de les dades arqueològiques, ambientals i antropològiques de l'antic estat d'Aksum al nord d'Etiòpia (Fattovich, 2003). Deixant de banda la contrastació metodològica (Costopoulos, 2002; Doran, 1994; Fattovich, 2003; Gardin, 1990), la simulació s'ha emprat, principalment, per detectar patrons generals de comportament, com ara en estudis d'instrumental lític (Brantingham i Kuhn, 2001) o bé de colonització de territoris (Young i Bettinger, 1995).

Malgrat la poca incidència en les publicacions consultades, també s'ha produït una evolució detectable en el desenvolupament d'aquest àmbit. Per començar, es procura que cada cop siguin més realistes. Per exemple, a diferència dels models antropològics tradicionals, que es basaven en una seqüència lineal de fases, els models actuals integren els impulsos lliures dels individus o la influència d'incidents puntuals i imprevisibles (Costopoulos, 2002: 259, 264). Una altra diferència és que les iteracions ja no trien perioditzacions arbitràries, com ara l'any solar, sinó que intenten integrar la percepció subjectiva del temps i la consegüent actuació de mesures diferents (Costopoulos, 2002: 259). També s'han produït diferències respecte dels models processuals: aquests eren deterministes i consideraven que el medi era l'entitat reguladora més important; ara s'han introduït més variables relacionades amb la irracionalitat dels individus i els efectes de la cultura. És a dir que, a més de sofisticar els agents, també hi ha hagut una reflexió sobre la pròpia estructura.

Una de les línies que més s'està desenvolupant és la de la introducció de la incertesa, a través de la lògica difosa i de la teoria de la complexitat. La complexitat es refereix als sistemes dinàmics no lineals, és a dir, que posseeixen una dinàmica irregular. Això no significa que sigui atzarós, hi ha un patró, un component iteratiu però imprevisible subjacent als processos observats. Són sistemes anomenats quasi-intransitius (Grace, 1991), que significa que hi ha fluctuacions però sempre dins d'uns límits preestablerts. Per això s'han aplicat a fenòmens intrínsecament inestables com ara l'evolució de les espècies, el canvi climàtic i també a la Història (McGlade, 1999). Així doncs, podem intentar extreure una visió general sobre la concepció del canvi històric, en la qual es podrien distingir tres fases: lineal i ascendent (s.XIX i principi del XX); multilínia (s. XX) i caòtica (finals del s. XX). El problema és que mentre el canvi de paradigma ja fa anys que s'ha produït a les Ciències Naturals –amb la teoria quàntica, etc.–, el model predominant en Ciències Socials és encara el mecànic determinista newtonià. El Caos

també implica la introducció de variables internes, en lloc del determinisme extern propugnat pels processualistes, però es consideren variables que poden afectar tot el sistema i no pas simples decisions d'abast personal, relativitzables, com era el cas amb la reacció postmoderna. Així que, en certa manera, a Teoria del Caos harmonitza les dues postures, en aquest cas concret de les decisions individuals, a través de l'efecte papallona.

Relació amb la RV

Des d'un punt de vista general, la RV i la I. A. comparteixen el fet que tots dos estan basats en la simulació, encara que una és de tipus visual i l'altra de tipus abstracte (Stevens, 1994: 10). Per altra banda, els sistemes experts també es poden considerar una forma de virtualitat en el sentit de Pierre Lévy perquè s'ha virtualitzat el coneixement, és a dir, s'ha convertit en una forma de raonar, en una eina de solució de problemàtiques diverses (Weissberg, p.26).

A un nivell menys general i més pràctic, la intel·ligència artificial pot estar associada amb la RV com a nucli de programació d'un model virtual, en altres paraules, com al conjunt de regles que simulen el comportament del món representat per poder interactuar amb ell des del punt de vista científic (arqueològic), més enllà de la simple visualització. Precisament, és així com s'utilitza en climatologia o dinàmica de fluids: les regles permeten realitzar simulacions sobre comportaments, evolucions, etc. d'un sistema, fenomen, objecte, etc. que, en el cas de la RV, es representa de manera tridimensional. Per tant, hi ha una doble codificació, la de la representació i la dels procediments interns que, un cop han alterat el sistema, actualitzen la representació visual. Per tant, la RV no simula la dinàmica social tal com s'entendria en la concepció sistèmica, sinó que té a veure amb els càlculs directes sobre la dimensió espàcio – temporal. L'únic exemple que conec d'aquest ús és el del *VisTA System* (Kadobayashi, 1999; 2000), que simula l'evolució temporal d'un poblat japonès de l'Edat del Bronze (Pujol, 2002a: 88). I també es podria aplicar¹¹⁸ a l'anàlisi dels patrons d'assentament en un territori (Ducke, 2003; Uleberg, 2004) o bé a l'ús de la llum en estructures arquitectòniques en relació amb el ritual (Sundstedt, Gutiérrez *et al.*, 2005), o la distribució espacial dels vestigis arqueològics en un sòl d'ocupació (Binford, 1987), o la comprensió de cavitats subterrànies (Stöllner, 2004), o la situació de pintures parietals en coves o barrancs, o els patrons de fractura dels esquelets humans en un megalit en funció de les zones de circulació, o el test d'hipòtesis estructurals, com en el cas dels temples maltesos (Chalmers i Debattista, 2005), etc.

Les aplicacions poden ser tantes i tan diverses com hipòtesis de tipus espacial o temporal es vulguin comprovar. Malauradament, la tendència actual de la RV va només en una direcció: en certa manera, la noció original de Ciberespai ha substituït la I. A. en les esperances de l'ésser humà de realitzar una màquina intel·ligent, i ara, en lloc de provocar la incapacitat de discernir si s'està conversant amb una màquina o amb un ésser humà, es tracta de crear reconstruccions tan perfectes que la persona no pugui saber si es tracta o no de la realitat física.

¹¹⁸ Els cito com a exemples en què es podria aplicar, tot i que no fan servir RV pròpiament dita.

I.4.6.3.4. Ciberespai

Origen del terme

El Ciberespai és, de tots els conceptes que es troben al voltant de la RV, el que hi manté una relació més propera i, per això mateix, el que més confusió ha originat a l'hora de definir-la. Crec que aquest fet ha estat causat principalment per la gran influència de la ciència – ficció en l'imaginari col·lectiu, de manera que la implementació tecnològica i els usos científics posteriors no han acabat d'imposar-se a la vaga –i per això més esmunyedissa– concepció literària inicial. En aquest apartat començaré recordant l'origen del terme i com ha estat emprat i/o estudiat des de diferents punts de vista, però em centraré especialment en el seu vessant sòcio – econòmic i sobretot, ontològic ja que considero que aquest i les implicacions epistemològiques que posseeix són transcendents per a la seva comprensió profunda i la consegüent fonamentació de la RV.

El terme “Ciberespai” va ser inventat per William Gibson (n. 1948) per designar un dels elements principals de la seva novel·la *The Neuromancer* (1984). Aquest escrit, que va guanyar els premis de ciència – ficció més importants, està reconeguda com la fundadora del gènere “*ciberpunk*” perquè s'hi especula sobre la possibilitat d'un futur apocalíptic i els aspectes inherents a l'alteració tecnològica del cos humà. El llenguatge emprat per l'autor va contribuir al desenvolupament d'un vocabulari que ha transcendit la literatura. Per això alguns consideren que es tracta de l'obra de ciència – ficció més important de la dècada dels vuitanta. En ella es mostra un món impersonal en el qual els interessos de les grans corporacions que controlen la societat passen per sobre dels drets individuals. Els protagonistes, anomenats Case i Molly, tenen els cossos alterats cibernèticament i utilitzen les seves habilitats per operar directament en el Ciberespai amb l'objectiu d'identificar i robar arxius informàtics per al seu cap, però es qüestionen l'ètica d'aquestes accions.

El significat precís del terme ha anat fluctuant entre la tecnologia i la dimensió conceptual. Originalment, el terme “Ciberespai” estava pràcticament buit de significat. Gibson s'havia inspirat en el “visualitzador definitiu”, un *hardware* creat per Ivan Sutherland per accedir de manera totalment immersiva a la informació (Woolley, 1994: 105) i l'emprava per referir-se a “una al·lucinació consensuada”, un món molt complex, nascut de la juxtaposició de la ment humana i la cibernètica, format per patrons de llum que representaven dins el cervell les informacions contingudes en la memòria de tots els ordinadors del món.

Des del punt de vista etimològic, el terme està format per la unió de dues partícules, “ciber i “espai”. El primer procedeix de la paraula d'origen grec “*kyber*”, que significa “timó” o “navegar” i, per tant, literalment, el Ciberespai és un espai navegable (Dodge i Kitchin, 2001: 1). En el fons, l'etimologia del terme no ens informa sobre el seu significat tecnològic real i això és perquè, en realitat, Gibson va triar aquesta combinació perquè sonava bé, era atractiva i, sobretot, molt suggeridora (Woolley, 1994: 105).

Posteriorment, el concepte va ser reapropiat i adaptat per al seu ús en diferents contextos, entre els qual es troben les TIC. Amb el desenvolupament d'Internet i la diversificació de les TIC, aquesta és l'accepció que s'ha acabat estenent i que ha

recuperat parcialment el sentit original de Gibson, ja que no serveix per designar una tecnologia concreta sinó més aviat un espai conceptual en el qual es poden produir diferents tipus de comunicacions i interaccions entre persones i amb la informació que hi circula (Dodge i Kitchin, 2001: 1). Més que un entorn únic i homogeni, el Ciberespai està format per la reunió potencialment il·limitada de diversos Ciberespais interconnectats i en constant expansió, de manera anàloga a la de l'univers físic. Aquests móns es poden agrupar en tres grans categories, Internet, la RV i les telecomunicacions tradicionals, tot i que cada cop tendeixen més a trencar les separacions per constituir espais híbrids (Dodge i Kitchin, 2001: 1). Així doncs, el Ciberespai no és una metàfora sinó un món real però amb una constitució virtual en lloc de física. La diferència principal es troba en el fet que el Ciberespai no és una entitat externa, independent de la humanitat, sinó que és una dimensió creada artificialment per l'ésser humà per contenir i manipular les informacions que produeix (Heim, 1993: 78).

Les arrels terrestres del Ciberespai

El desenvolupament del Ciberespai es situa dins el context tecnològic, econòmic i social de les TIC, un procés històric que s'inicia al s. XIX, en el marc de la revolució industrial, amb les primeres comunicacions a distància (Dodge i Kitchin, 2001: 6). Aquesta és una de les aproximacions al Ciberespai més esteses, la que el considera com a resultat de les relacions econòmiques, polítiques i socials generades pel capitalisme (Dodge i Kitchin, 2001: 26). Des d'aquest punt de vista, les TIC no representen –de moment– un salt qualitatiu sinó quantitatiu important. La diferència amb el telègraf, l'electricitat, el vapor o el telèfon és sobretot la velocitat de comunicació i el seu creixement, però el principi subjacent és el mateix del telègraf –i, posteriorment, del telèfon– combinat amb els mitjans de comunicació de masses: la possibilitat d'adquirir o intercanviar informació diversa a través de la interacció en temps real. Però la diferència qualitativa fonamental és que, mentre els mitjans tradicionals són això, simples mitjans de comunicació entre persones que es troben en llocs o temps diferents, el Ciberespai també conté informació a la qual es pot accedir i, per tant, esdevé una interfície de navegació a l'interior d'una dimensió computeritzada que emmagatzema informacions de naturalesa molt diversa. Això determina el fet que el Ciberespai transcendeixi els mitjans de comunicació tradicionals i s'hagi d'entendre, més aviat, com un entorn caracteritzat, no tant per la tecnologia, com per les diverses possibilitats d'interacció entre agents de diferent naturalesa (Echevarría, 2000: 106). El fet que es representi a través de metàfores del món urbà actual i que al seu interior hagin sorgit diferents comunitats ens indica que és molt més que un telèfon o una televisió: és un veritable espai social superposat al món físic que caracteritza la darrera fase evolutiva de la humanitat (Echevarría, 2000: 78, 108). Aquesta concepció es podria situar dins el constructivisme social ja que, des del punt de vista d'aquest corrent analític, el desenvolupament i l'ús de la tecnologia estan determinats per la societat (Dodge i Kitchin, 2001: 25). Seguint aquesta idea, el Ciberespai es pot considerar un artefacte social però que, al mateix temps, fa de mediador de les interaccions socials.

Dodge i Kitchin (Dodge i Kitchin, 2001) relacionaven l'adveniment de les TIC amb la industrialització i Echevarría (Echevarría, 2000), encara una mica més tard, amb la societat post-industrial, però Lévy (Lévy, 1995) ressegueix les seves arrels fins a moments històrics molt anteriors i afirma que l'origen del Ciberespai es troba en la virtualització del text. L'escriptura, inventada a Mesopotàmia, és un objecte virtual,

abstracte, que s'actualitza a través de les diferents versions, edicions, còpies, etc. i també a través de la lectura, ja que permet desplegar el sentit del text (Lévy, 1995: 33-34). Actualment, assistim a la creació d'una nova forma d'escriptura, l'hipertext, que constitueix una virtualització del text, com aquest ho era de la comunicació oral. L'hipertext és el moviment invers de la lectura en el sentit que genera una reserva de textos potencials que es creen cada vegada que una persona explora l'entorn hipertextual (Lévy, 1995: 39). Concretament, Pierre Lévy diu (Lévy, 1995: 40):

“Une pensée s’actualise dans un texte et un texte dans une lecture (une interprétation). Remontant cette pente de l’actualisation, le passage a l’hypertexte est une virtualisation. Non pas pour retourner à la pensée de l’auteur, mais pour faire du texte actuel une des figures possibles d’un champ textuel disponible, mobile, reconfigurable à loisir, voire pour le connecter et le faire entrer en composition avec d’autres corpus hypertextuels et divers instruments d’aide à l’interprétation.”

Pierre Lévy realitza aquesta associació entre un concepte tan complex com el Ciberespai i un de tan limitat com el text perquè, malgrat que el WWW és un entorn multimèdia, la seva base de navegació és hipertextual. L'hipertext està format per diferents fragments d'informació que es poden unir en funció del recorregut triat per l'usuari/ària durant l'exploració. En aquest sentit es pot considerar el continuador d'una tradició d'artificialització de la lectura, que va començar amb la separació de les paraules, després va establir una puntuació, els paràgrafs, la separació de capítols, etc. Si entenem la lectura com la construcció d'una xarxa de referències a l'interior d'un text i la seva posterior integració en una memòria personal en permanent reconstrucció, llavors els hipertexts constitueixen una virtualització dels processos de lectura perquè contribueixen a estructurar i a articular els texts més enllà de la seva linealitat, a partir d'una xarxa de nodes informatius –imatges, pàgines, paraules, paràgrafs– vinculats mitjançant nous recursos –les eines de navegació– a més dels tradicionals (Lévy, 1995: 41-42). En el fons, la idea bàsica d'un hipertext no representa cap innovació revolucionària, ja que una enciclopèdia també utilitza eines d'orientació per moure's en un entorn no lineal, però el suport virtual aporta un avantatge important, i és que la navegació és molt més ràpida i permet una veritable integració multimèdia. Una altra diferència té a veure amb l'estatus del lector o lectora: mentre que en el llibre tradicional es limitava a acomplir aquest rol “passiu”, amb la nova tecnologia, l'usuari/ària “escriu” el text a mesura que explora l'entorn hipertextual, de manera que la seva funció i la de l'autor/a es superposen parcialment (Lévy, 1995: 43).

Això també fa que el text perdi la immutabilitat que li conferia l'entitat física del suport i, en canvi, es converteix en un espai variable, en el qual la distinció entre l'original i la còpia ha perdut qualsevol pertinència. Això trenca completament amb algunes de les característiques que la impremta havia aportat al llenguatge escrit i que vèiem en l'apartat “El processador pot ser més fort que la ploma”: la impremta estandarditzava i augmentava l'accessibilitat però alhora també fixava els coneixements que contenia; ara són encara més homogenis i accessibles, però ja no són estàtics, tancats, sinó que es construeixen en cada lectura. Significa això que estem assistint a la desaparició del text? En opinió de Pierre Lévy és exactament al contrari, la virtualització hipertextual aconsegueix el destí del text en lloc d'eliminar-lo perquè realitza veritablement la seva funció inicial de comunicació (interpersonal). És com si, després de passar per una fase d'objectivació i impersonalitat total –corresponent a la comunicació de masses iniciada amb l'escriptura i prolongada pels mitjans de comunicació del s. XX–, s'hagués tancat el cercle i es tornés al diàleg (Lévy, 1995: 37).

Així doncs, desenvolupant la concepció de Lévy, podem establir una cadena de virtualització progressiva que comença amb l'aparició del llenguatge en els homínids, i passa pel llenguatge escrit, la impremta, l'ordinador i, finalment, el Ciberespai. El Ciberespai correspon a la virtualització última perquè està integrat per un sol espai (textual) sense localització precisa, objectiu, interactiu, constantment modificat i actualitzable (Lévy, 1995: 45).

En conclusió, crec el que Ciberespai és un entorn constitutivament tan ric, tan complex, que es pot explicar a través de la integració dels diversos punts de vista. Mantenint aquesta afirmació coincideixo amb Martin Dodge i Rob Kitchin a l'hora de defensar una concepció que es podria agrupar amb les crítiques postmodernes al monolitisme de les primeres aproximacions. Des d'aquesta tendència es qüestiona la possibilitat i la validesa de cercar una teoria unificada de la societat perquè no existeix una explicació universal i objectiva dels fenòmens humans¹¹⁹. Per tant, el Ciberespai es pot explicar des de diferents punts de vista (complementaris), que tinguin en compte les causes i les conseqüències; els vessants social, polític, econòmic o cultural; l'escala local o els grans processos i estructures; i també la part d'influència del propi observador o observadora. Així doncs, podem afirmar que històricament l'aparició del Ciberespai s'emmarca dins la darrera fase de desenvolupament del capitalisme, que aprofita la integració de diversos recursos comunicatius, procedents d'unes innovacions tecnològiques influïdes per les tendències filosòfico – matemàtiques derivades de la revolució científica moderna. El Ciberespai incideix al nivell individual obrint unes possibilitats comunicatives, econòmiques, socials i culturals d'ús que generaran un desenvolupament impulsat des de l'escala local. Si, a més, tenim en compte que la realitat del Ciberespai és viscuda de manera diferent en funció de les persones i les comunitats, hem d'incloure la seva percepció per part dels protagonistes ja que l'opinió de les persones, precisament gràcies a les TIC, pot influir en l'evolució futura amb un abast impensable fins fa poc temps.

El Ciberespai com a acompliment epistemològic

L'aparició del Ciberespai es situa dins el context evolutiu TIC però també posseeix una base filosòfica fonamental que em porta a afirmar que, en el fons, es tracta de l'acompliment –gràcies a la tecnologia computacional– de les ambicions epistemològiques d'una determinada concepció metafísica. Després de la decepció que van provocar el teorema de Gödel i la màquina de Turing, es va haver d'esperar fins a la creació del Ciberespai per recuperar la vella idea d'aconseguir una disciplina capaç d'explicar-ho tot, malgrat que en una versió diferent: no es tracta d'aconseguir un únic conjunt de fórmules explicatives –això s'ha deixat per la Física de partícules –sinó de la capacitat d'emmagatzemar i manipular tot el coneixement humà. El Ciberespai abasta més que la tecnologia de la comunicació i constitueix una representació de les concepcions actuals sobre el coneixement del món.

El Ciberespai es troba a la confluència de dues branques filosòfiques estretament lligades: la Metafísica i la Teoria del coneixement. En relació amb el Ciberespai, la Metafísica aconsegueix un paper bàsic per dues raons: primera, perquè el concepte de

¹¹⁹ En certa manera, aquesta és la mateixa filosofia bàsica que m'ha portat a definir la RV mitjançant diverses vies d'aproximació: la integració de diferents punts de vista complementaris, permet obtenir una visió més rica i més realista sobre la complexitat del terme.

Ciberespai va ser creat per designar un món diferent però vinculat al real; segona, perquè posseeix una influència implícita de les tradicions metafísiques occidentals que procedeix del bagatge cultural del seu creador original (Gibson) però també dels aspectes tecnològics que la conformen. L'altra branca, l'Epistemologia, manté amb el Ciberespai diversos punts de contacte. El més fonamental prové de la relació entre Metafísica i Teoria del coneixement. Un repàs a la Història de la Filosofia ens mostra que abans de la revolució científica de l'Era moderna, eren una mateixa cosa, ja que la Metafísica s'ocupava d'explicar les causes de la realitat percebuda. Però, a partir del moment en què Kant les separa definitivament, les dues disciplines han mantingut una relació dialèctica perquè les concepcions sobre el món han estat sempre lligades a la capacitat de comprensió i mesura que proporcionava la Ciència¹²⁰. Per altra banda, el coneixement –sota la forma d'imatges, reconstruccions virtuals, texts, àudio, etc.– és un dels elements principals que constitueixen el Ciberespai. I, finalment, també és el seu objectiu últim. Per molts autors la funció del Ciberespai és emmagatzemar informació i permetre'ns explorar el nostre món –gràcies, encara que sembli paradoxal, a la seva capacitat de transcendir la realitat física– i a nosaltres mateixos/es, a través de l'ús científic o el desplegament de la imaginació i la reflexió filosòfica posterior que això suscita (Heim, 1993: 137).

La relació dels entorns computacionals amb la realitat física ja ha aparegut, indirectament, a la secció de “Metafísica”, quan intentava resseguir el significat del terme “virtual” al llarg de la Història de la Filosofia; però aquí hi aprofundirem més directament perquè, partint de la premissa que el Ciberespai és un món real, diferent del nostre món físic habitual, caldria definir la seva categoria ontològica. En diversos moments del meu discurs han aparegut frases que qualificaven la naturalesa de la RV o el Ciberespai. Tenint en compte que la naturalesa computacional d'ambdós és l'aspecte més transcendental de les seves característiques, obviaré momentàniament les diferències que els separen –principalment la necessària iconicitat de la primera– i consideraré que les qualitats ontològiques de la RV a què hagi pogut referir-me també s'apliquen al Ciberespai. Ja hem vist que la RV es considera virtual perquè no té dimensió física i també perquè és un conjunt potencial de solucions predeterminades. Quina relació existeix, doncs, entre la realitat física i la dimensió informativa virtual constituïda per l'univers computacional que és el ciberespai? Tenint en compte que aquest conté representacions del món o dels nostres estats psicològics, ¿on l'hauríem de situar respecte del món físic? Està contingut a dins, com si es tractés d'una nina russa, o bé es tracta d'un veí interconnectat? Cal tenir en compte que el Ciberespai només existeix dins els ordinadors, per tant, hauríem de decantar-nos per afirmar que es tracta d'un món contingut dins el real, com és el cas de la RV; però, gràcies a la capacitat d'interconnexió dels ordinadors aprofitant les tradicionals telecomunicacions, es pot considerar que el Ciberespai existeix virtualment, potencialment, fora de la pantalla, com els telèfons o la ràdio. Des d'aquest punt de vista, podríem considerar que ens trobem davant una nova dimensió de la realitat, paral·lela però interconnectada amb ella, que es situa, des de la perspectiva geogràfica, com una capa superposada als continents que disposen d'accés a Internet, a l'estil de les xarxes aèries.

Per comprendre el Ciberespai des del punt de vista metafísic, podem caracteritzar els elements que el formen per oposició amb el món físic que ens envolta. Vegem-ho a través d'una taula que sintetitza la concepció que té Javier Echevarría del Ciberespai

¹²⁰ Entesa en sentit ampli: hi inclou les Ciències experimentals i les Matemàtiques o la Física teòrica.

com a entorn característic de la tercera fase de l'evolució de la humanitat (Echevarría, 2000: 76-78):

	Tipus d'entorn	
	<i>Naturalesa i ciutat</i>	<i>Ciberespai</i>
Característiques	Materials	Informacional
	Presencials	Representacional
	Extensos	Comprimat
	Amb mobilitat física	Amb mobilitat electrònica
	Territorials	aterritorial
	Pentasensorials	Bisensorial
	Analògics	Digital
	Proximals	Distal
	Recintuals	Reticular

Taula 2: Característiques del Ciberespai en contraposició amb els entorns tradicionals en què es mou l'ésser humà.

La naturalesa i la ciutat són espais formats per entitats físiques i biològiques diferenciades, dotades d'una presència corporal que les lliga al terra i els fa ocupar una extensió espacial. Els éssers humans les perceben, per via analògica, a través dels seus cinc sentits i les manipulen a través de la mobilitat física, que implica una distància de relació curta, jerarquizada en recintes successius. En canvi, el Ciberespai està format per representacions electròniques homogènies dels objectes i de les persones que s'organitzen segons una topologia basada en xarxes i no pas en recintes. L'origen de les entitats que conformen el Ciberespai provenen d'un fenomen generalitzat a partir de la segona meitat del s. XX i anomenat computerització (Heim, 1993: 95). Com que el món virtual està generat computacionalment, tots els objectes posseeixen la mateixa entitat (Weissberg, 1989: 27), ocupen una extensió mínima encara que siguin molt complexos, es perceben audiovisualment i s'hi pot actuar a grans distàncies, mitjançant fluxos electrònics.

Aquest procés de qualificació ontològica del Ciberespai suggereix diverses semblances amb les concepcions de filòsofs anteriors i, per aquest motiu, en els paràgrafs següents intentaré repassar, encara que no de manera exhaustiva, les arrels filosòfiques històriques d'algunes característiques del Ciberespai. No cal dir que l'autor més important des d'aquest punt de vista és Plató perquè les seves idees han influït el pensament occidental en diferents èpoques. El mite de la caverna il·lustra la creença de Plató que existeix un món de les idees, una veritat permanent universal a la qual es pot arribar un cop superat l'engany dels sentits. El Ciberespai podria constituir aquest món de coneixement absolut, permanent i ideal, en el sentit que ha estat homogeneïtzat per l'aplicació d'una lògica abstracta. Han hagut de passar uns quants segles per assolir l'ideal racionalista ja que, en certa manera, és la virtualitat computacional qui ens ajuda a superar els sentits¹²¹ –interposant determinades interfícies que ens aïllen del món físic– i ens permet arribar a una realitat ideal que (havent superat les imposicions espàcio – temporals del món físic gràcies a la combinació de les computadores i les telecomunicacions) existeix en una altra dimensió (Heim, 1993: 88). Tanmateix, Plató considerava que aquest món ideal era independent de nosaltres i estava constituït per la veritat última de les coses; en canvi, el Ciberespai està creat per les persones, recull el nostre coneixement del món com a conseqüència del fet que, com afirmava Kant, no podem accedir a la realitat tal com és perquè els nostres sentits imposen la seva forma

¹²¹ O, més aviat, s'hauria d'afirmar que és tot el contrari, encara els enganyen més!

perceptiva. També per aquest motiu, arriba un punt en què el Ciberespai deixa la Metafísica per entrar en l'Epistemologia.

La influència de Plató es manifestarà en diversos moments històrics i escoles de pensament. Aquí retindré el neoplatonisme, Descartes i Leibniz. El fundador del neoplatonisme va ser Plotí (205-270 d. C.) un filòsof romà de gran transcendència per a la doctrina cristiana perquè les seves idees el portaven a defensar la separació entre cos i esperit, en detriment del primer. Les seves idees partien la metafísica ideal platònica, però mentre que Plató afirmava que la relació entre el món de les idees i el material s'establia a través dels arquetipus, Plotí aplicava la doctrina de l'emanació, és a dir, considerava que a partir de l'Ésser absolut es derivava l'ànima del món, de la qual sorgia la dels éssers humans i els animals i, finalment, la matèria (A.A.D.D., 2003). Tenint en compte que l'aspiració principal era assolir el coneixement sobre l'essència última de la realitat i que les persones estaven formades alhora per matèria i per ànima, Plotí propugnava l'abandonament de la vida terrenal a través de la purificació espiritual i la meditació intel·lectual (A.A.D.D., 2003). Aquesta és una de les principals idees que van adoptar els pares de l'Església, com per exemple Sant Agustí d'Hipona (354-430), i que va arrelar en els fonaments del pensament (cristià) occidental: la fragmentació del cos en benefici de la ment és l'acompliment de la dualitat cartesiana (racionalisme pur) i alhora també del somni de la subjugació total del cos de Sant Agustí (Penny, 1994: 206).

Gràcies al Ciberespai i a les interfícies immersives d'accés a aquest món virtual, deixem el nostre cos i penetrem en l'univers del coneixement absolut. L'exploració d'aquest entorn es realitza principalment a través de la mirada que, no ho oblidem, en el món medieval i renaixentista, es considera la finestra de l'ànima. El Ciberespai és eminentment visual i això constitueix una diferència amb l'univers platònic perquè allí els conceptes eren totalment abstractes (Heim, 1993: 89). En realitat, a causa de les característiques de les computadores, els objectes del Ciberespai són alhora una abstracció pura –els impulsos electromagnètics que circulen a l'interior de la CPU– i una forma representada –a la pantalla, perquè només així podem comprendre la primera. L'entrada al Ciberespai, tal com la va concebre William Gibson, també representa la fuga alliberadora del món, de connotacions místiques, propugnada per Plotí i experimentada per ell mateix i per altres autors més recents, com ara San Joan de la Creu o Santa Teresa d'Àvila (Maldonado, 1994: 64). Precisament, una de les advertències que es fan actualment des de la Psicologia en relació amb l'ús de videojocs és que creen dependència perquè permeten a la gent jove evadir-se d'una realitat decebedora que els supera. Val a dir que aquesta separació entre cos i esperit és totalment impensable en la filosofia oriental perquè no cerca la realització a fora –en espais ideals o místics– que força necessàriament el trencament entre cos i esperit, sinó en la pròpia persona com a unitat i, per aquest motiu, realitza exercicis d'introspecció. Creu que aquest món és a dins en lloc de necessitar projectar-lo, representar-lo, a fora i llavors objectivar-lo, com si es tractés d'una entitat independent de nosaltres.

Les idees de Plató posseeixen conseqüències tant per a la concepció de la realitat com per a la Teoria del coneixement, ja que, si l'essència última és immaterial i no es percep a través dels sentits, la millor forma d'aproximar-s'hi és a través del racionalisme o, en altres paraules, del coneixement a priori. Com que l'escolàstica medieval és idealista des del punt de vista de l'essència de les coses però aristotèlica des del punt de vista de la seva aprehensió, cal fer un salt històric fins als s. XVI per tornar a

trobar les influències platòniques en els dos àmbits. Aquest és el cas de René Descartes que, per una banda, defensa una postura dualista de la realitat i, de l'altra, estableix l'espai mètric de formes pures que, com veïem al capítol sobre la "Representació pictòrica de la realitat", plasma l'ideal platònic i posteriorment, gràcies al desenvolupament de la Geometria i la difusió per part dels ramistes, configurarà l'espai tridimensional de les reconstruccions virtuals. Reprenent la concepció metafísica de Descartes, ell defensava l'existència essencial de dos tipus de substància: l'extensa, que formava totes les coses, i la pensant, que corresponia a la nostra ànima o intel·lecte. Aquesta postura s'ha anomenat dualista i, juntament amb el monisme i el pluralisme, són les tres grans concepcions obtingudes mitjançant el coneixement a priori de la Metafísica anterior a Kant. El monisme –defensat per autors tan separats temporalment com ara Thales de Milet (625-546 a. C.) i Anaximenes (570-500 a. C.) o els racionalistes George Berkeley (1685-1753), Thomas Hobbes (1588-1679) i Baruch Spinoza–, considera que l'univers està constituït per una única substància fonamental, que pot ser mental, física o totes dues alhora. El pluralisme considera que existeixen un nombre infinit de substàncies que Demòcrit (460-370 a. C.) anomena "àtoms" i Leibniz, "mònades". Les mònades són entitats de força espiritual o energia que componen l'univers i cadascuna és com un microcosmos individual que reflecteix un grau diferent d'evolució de l'univers i evoluciona independentment de la resta però que s'integra amb les altres per produir el resultat harmoniós del pla diví que és l'univers.

Tornant a l'ontologia, és curiós fins a quin punt les idees intuïtives provinents de la Filosofia han pogut anticipar alguns dels descobriments més importants de la Física, com ara els àtoms o alguns aspectes de la teoria quàntica. Les mònades també suggereixen algunes característiques metafísiques pròpies del Ciberespai (Heim, 1993: 97-98):

- No posseeixen entitat física però coexisteixen temporalment.
- Es basen en representacions que interpel·len els sentits.
- Cadascuna és un món i conté les altres.
- Estan coordinades per un sistema central que existeix necessàriament.

Així doncs, el Ciberespai pot ser interpretat com a un conjunt de móns interrelacionats, situats dins el nostre univers físic que, segons la Teoria de cordes, també està contingut en una estructura major i, per tant, formen una organització com les nines russes i alhora també horitzontal, dins de cada món. Però, analitzant el Ciberespai aïlladament, també el podríem interpretar com una única "substància", global uniforme i informe (Weissberg, 1989: 27) perquè la computerització redueix totes les informacions al mateix status i a la pantalla no hi ha diferència real entre, per exemple, el cel i una pedra –en el cas de les representacions icòniques– o bé entre aquestes lletres i el botó de la interfície del software que em permet guardar-les a la memòria. I encara podríem afegir una altra similitud: aquest univers format per una única substància, tal com afirmava Heràclit respecte del món real, està animat pel foc –l'electricitat– i en ell tot canvia, tot flueix, tot està permanentment en activitat. No hi ha dubte que els fragments de Ciberespai constituïts per Internet i les reconstruccions virtuals no paren d'augmentar en nombre i complexitat fins el punt que, en el primer

cas, és pràcticament impossible detectar i controlar tots els continguts que cada dia s'afegeixen a la xarxa.

El Ciberespai es pot sospesar des de dues perspectives diferents: la física, externa o empirista, corresponent a les nines russes del principi del paràgraf anterior; i la virtual, interna o racionalista, corresponent a la visió monista i també, parcialment, a la pluralista. En relació amb la primera, altres filòsofs han defensat l'existència de diferents móns contingents i simbòlics, cadascun amb el seu propi funcionament, però es tractava de construccions simbòliques, com ara la religió, els mites, la ciència, etc. Aquest és el cas del filòsof Karl Popper que, com vèiem al capítol sobre la “Creació d'altres móns”, distingia tres esferes d'actuació: el món físic, que anomenava “món 1”; el món dels estats mentals, el “món 2”, i el dels productes de la ment, que correspon al “món 3” (Popper i Eccles, 1977: 38). La concepció subjacent a aquesta idea és que existeix un únic món físic i tots els altres són reals però no tenen materialitat i estan continguts dins el primer. Sense anar més lluny, l'idealisme transcendental d'Immanuel Kant va ser decisiu a l'hora de posar fi al debat entre racionalistes i empiristes perquè va afirmar que no hi podia haver contradicció entre l'essència i la percepció física del món ja que la primera era impossible d'assolir fora de l'ordenació espàcio – temporal que la nostra ment imposava al caos de sensacions. Sostenint aquesta idea i distingint els diferents tipus de coneixement –a priori i a posteriori, tots igualment vàlids dins els seus àmbits respectius–, també estava protegint la creença en una realitat unitària, compartida i pensada per tots els éssers humans, susceptible de ser explicada completament a través de la teoria newtoniana (Heim, 1993: 131). Tanmateix, jo crec que, per molt que no fos la seva intenció, la formulació d'un noïmen era clarivident perquè deixava també espai per a nous descobriments sobre la realitat gràcies a instruments i teories que permetessin superar les nostres limitacions perceptives. Precisament, la concepció mecanicista i empirista del món que havia dominat fins al s. XIX ha estat posada en qüestió per la Teoria quàntica, desenvolupada al llarg del segle passat. Les teoritzacions realitzades a partir de la física de les partícules subatòmiques han portat a la conclusió que fins i tot el món percebut a través dels sentits és relatiu i que no podem considerar-lo amb tota certesa la realitat última, perquè pot estar integrat per unes entitats que alhora el formen i el contenen –les supercordes–, tal com Leibniz havia “predit” amb les seves “mònades”.

Malgrat que Kant creia haver fixat els límits de l'especulació metafísica, les seves idees van generar una reacció que va portar a un idealisme absolut i va generar diferents corrents desenvolupats durant el s. XIX i principis del XX per autors com Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831), la influència del qual es va estendre al pragmatisme –representat per Charles Sanders Peirce–, l'existencialisme –representat per Søren Kierkegaard (1813-1855)– o la fenomenologia –de Martin Heidegger i Edmund Husserl (1859-1938). El procediment fenomenològic contribueix a reforçar la distinció entre l'acte de conèixer i l'objecte conegut, seguint les idees generals del positivisme d'Auguste Comte (1798-1857), que va distingir tres estadis en l'evolució del coneixement humà: el teològic, en què les explicacions apel·len a la voluntat divina; el metafísic, en què es fan servir categories filosòfiques abstractes; i el científic o positiu, basat en l'experiència i el coneixement empíric dels fenòmens naturals (A.A.D.D., 2003). A partir d'aquí es va desenvolupar, durant la segona meitat del s. XX, el positivisme lògic, que donava el cop de gràcia a la Metafísica perquè considerava que l'únic coneixement possible era el científic i, com Husserl, insistia en la necessitat d'especificar clarament quina era la part d'influència de les capacitats

físiques i cognitives humanes. Precisament, això portarà Wittgenstein o Rudolf Carnap (1891-1970) a analitzar la teoria del coneixement en termes lingüístics. És, doncs, en el pas del s. XIX al XX, en part com a conseqüència de les idees de Kant, que la Metafísica i la Teoria del coneixement acabaran confonent-se i donant pas a una concepció de la realitat escindida en dues branques: una depenent de les Ciències que estudien l'univers –Física, Biologia, Matemàtiques– i una altra que inclou plantejaments ètics i subjectius, com ara l'existencialisme.

Els paràgrafs anteriors serveixen per entendre com es relacionen les dues perspectives des de les quals analitzar el ciberespai. Ara ens endinsarem definitivament en el segon àmbit, el de la Teoria del coneixement. L'avantatge dels ordinadors prové del fet que potencialment poden contenir i manipular tot el coneixement humà gràcies, respectivament, a les capacitats de les memòries pròpies i distribuïdes i a l'abstracció lògica aplicada pel processador. La cultura de les computadores comporta el fet que tota la realitat cognoscible s'interpreti com a informació emmagatzemable i transmissible (Heim, 1993: 91). L'opinió de Michael Heim és que els ordinadors –i especialment el Ciberespai– produeixen una fascinació que va més enllà dels sentits, que és espiritual perquè no només aconsegueix un rol epistemològic, sinó que també és un recurs per l'entreteniment, permet la comunicació en temps real entre persones i el control de certs fenòmens econòmics, funcions fisiològiques... és a dir, gairebé una relació simbiòtica amb la tecnologia (Heim, 1993: 95).

Com es produeix l'evolució filosòfica des del platonisme ideal i contemplatiu al Ciberespai espàcio – temporal i computeritzat? Deixant de banda Immanuel Kant, que va integrar el racionalisme i l'empirisme i va separar la realitat inherent a les coses de la nostra experiència d'elles, una altra figura transcendental des del punt de vista epistemològic va ser Leibniz, que ja ha aparegut quan parlava de la base lògica de les computadores i de Metafísica. Leibniz també fa de frontissa entre aquesta i l'Epistemologia perquè tracta tots dos aspectes i proposa unes idees molt properes al Ciberespai. Si en el primer cas es considera idealista, en el segon, està influït per la revolució científica dels s. XVI-XVII: com a matemàtic, ja no considera que la realitat estigui formada per entitats abstractes distorsionades per l'experiència sensorial, sinó per fenòmens que es poden explicar matemàticament. L'únic problema és que el pensament humà és limitat i, per tant, cal una eina que permeti l'expansió permanent d'aquest món del coneixement (Heim, 1993: 92). Leibniz aporta la base necessària gràcies a la seva màquina de calcular i a la creació d'un llenguatge simbòlic abstracte – el llenguatge binari– que permet resoldre qualsevol problema a través del càlcul. La possibilitat de relacionar qualsevol enunciat i mecanitzar la producció de noves idees parteix de la creença que tots els problemes són solubles i es poden articular en un sistema de coneixement universal: només cal disposar d'un llenguatge bàsic que sigui prou flexible per traduir totes les nocions humanes i incorporar-les a una matriu operativa (Heim, 1993: 93).

En realitat, Leibniz va inventar la forma concreta, però l'objectiu i el mètode provenien de la tradició escolàstica medieval que, al seu torn es basava en la lògica aristotèlica. Els escolàstics sostenien que, en la seva forma més pura, el coneixement humà s'identifica amb el raonament lògic, ja que no està sotmès a les variacions provocades pels sentiments i l'experiència espàcio – temporal (Heim, 1993: 94). La gran aportació de Leibniz per aconseguir aquest objectiu és que elimina definitivament la relació dels enunciats amb el món real i els transforma en un sistema de símbols

totalment abstractes i homogenis, de manera que poden ser manipulats i aplicats a qualsevol circumstància o element. Per tant, el Ciberespai participa d'aquesta doble font bàsica, transmesa i completada al llarg de la història de la filosofia: és platònic per la seva manifestació i aristotèlic pel seu funcionament intern real. Però el seu objectiu implica una ambició que és tan antiga com el Gènesi mateix: el desig de posseir el coneixement absolut, de reunir-lo tot en un lloc d'on es pot recuperar instantàniament o, encara millor, en el qual la persona pot penetrar, un cop s'ha després del cos que l'empresona. La forma que pren aquest "lloc" és una xarxa d'informacions accessibles a través de vincles hipertextuals, de manera que es trenca la reflexió lineal perquè tot és al mateix nivell jeràrquic i accessible en el mateix moment. Aquesta forma d'exploració de les informacions es pot comparar amb el desplaçament per l'espai - temps predit per la Teoria General de la Relativitat, segons el qual no hi ha distàncies, sinó que es pot saltar d'un punt a l'altre perquè les quatre dimensions són flexibles. Els buscadors del WWW o els Multimèdia reproduïxen exactament això perquè la informació és virtual, és a dir, que no existeix físicament i també que és potencial i es pot actualitzar com es vulgui des de qualsevol punt de la xarxa.

Diu Michael Heim (Heim, 1993: 83):

"...cyberspace is a metaphysical laboratory, a tool for examining our very sense of reality."

Havent vist les implicacions metafísiques del Ciberespai i les seves conseqüències per a la cerca de coneixement, només podem concloure que el Ciberespai no és únicament una nova TIC, sinó que representa l'adveniment d'una nova –o no– forma d'entendre el món i –aquí sí– una nova forma d'aproximació, un nou espai de desenvolupament humà, en definitiva, un nou paradigma epistemològic, que permet reunir coneixement molt divers i analitzar-ne les implicacions filosòfiques. L'inconvenient d'haver reunit Plató i Leibniz és que es genera una contradicció: el Ciberespai es va crear per superar el món il·lusori i proporcionar coneixement veritable, però hem caigut en un entorn que pot comportar tot el contrari:

- En lloc de permetre'ns realitzar-nos com a *Homo sapiens*, escindeix el cos i la ment i pot generar problemes de manca d'acceptació del propi cos i d'insatisfacció perquè ens porta a cercar-nos sense fi fora del nostre jo.
- Com a conseqüència de la suplantació de l'espai físic, augmenta la comunicació entre persones, però aïlla l'individu perquè trenca la relació directa i espontània entre les persones. La desaparició de la persona disminueix el sentit ètic inherent a les relacions humanes i comporta actituds amorals i, fins i tot, criminals (Calvert, 2002; Heim, 1993: 102). També genera una sensació de manca de referents propers i de desvinculació de la comunitat, amb la qual cosa augmenta l'angoixa i l'agressivitat i porta a l'aparició de grups que reforcen els seus lligams de manera desmesurada o que es basen en vincles formats per realitats o personalitats inexistent (Calvert, 2002; Heim, 1993: 104).
- No només ens fa perdre la identitat, sinó que també controla totes les nostres accions i la percepció per part dels altres perquè esdevé un intermediari absolut. Depenem totalment de la interfície i les seves limitacions i, a més, el sistema pot seguir la nostra traça dins la xarxa.

- A més, imposa un sistema de percepció sensorial molt limitat i, en alguns casos, pretén substituir completament la realitat.
- El problema de construir un mitjà de comunicació cada cop més estès i més proper a la realitat és que permet una creixent possibilitat de manipular les opinions perquè tota la informació que arriba del món està mediatitzada (Steuer, 1995: 53). Això passa perquè les nostres capacitats de percepció del món no es corresponen amb l'abast de les nostres ambicions de coneixement.
- Per acabar, i tornant a la qüestió del coneixement, contràriament al que es creia, la gran xarxa de comunicació digital no millora els sistemes precedents sinó que genera confusió, sensació de pèrdua, de no poder abastar tot el coneixement emmagatzemat ni de saber on ens situem dins del contingut, malgrat que, a diferència de la realitat, es tracta d'una entitat finita.

Així que, volíem llibertat i, precisament, el Ciberespai ens la treu. Llavors resulta que el que és més ric, imprevisible i val la pena descobrir és el món real, el món físic que tants filòsofs han rebutjat perquè el consideraven limitat. Crec que és fonamental evitar una confusió que s'ha generat des del que podríem anomenar “saber innocent” o “sentit comú” i que té molt a veure amb el motiu que m'ha portat a reunir en una explicació la Metafísica i la Teoria del coneixement: el Ciberespai no s'ha de confondre amb la realitat física perquè no posseeix la mateixa categoria ontològica ni, per consegüent, epistemològica. Vivim en un món completament mediatitzat pels mitjans de comunicació, en què la nostra percepció de l'univers es fa a través dels documentals de televisió, les notícies de la ràdio o les entrades que presenta el *Google* després d'una cerca. Per això, implícitament, es tendeix a confondre la realitat amb les seves múltiples representacions. Però, per molt que, a través de la RV es vulgui simular la realitat física, mai no es podrà substituir: una cosa és el món que ens envolta i l'altra l'exploració del coneixement que hem generat sobre aquest i sobre nosaltres mateixos. En aquest sentit, el Ciberespai s'assembla més a l'Enciclopèdia d'Alembert i Diderot que al *Hubble*.

Diferències amb la RV

Potser a causa del pes de les expectatives generades per la ciència – ficció i de la imatge creada per les *MOOs* ubicades al *WWW* –que, parcialment, acomplien aquesta ambició–, la RV i el Ciberespai tendeixen a confondre's. Per això es creu que la RV és una versió simplificada, que enganya els sentits perquè la persona cregui que es troba en un entorn diferent del real, mentre que l'autèntic Ciberespai suposaria una integració completa entre la persona i la màquina. La concepció popular de la RV –en realitat, la RVI– es basa en aquesta idea, més propera al Ciberespai que a la Realitat Augmentada. La veritat és que la diferència entre la RV i el Ciberespai rau en el fet que el segon conté la primera: la RV és un tipus de fenomen dins l'espai electrònic global (Heim, 1993: 134).

El paper que compleix la RV en el Ciberespai pot variar en funció del punt de vista. Per a Frank Biocca i Mark R. Levy, el Ciberespai és el context, un univers enorme d'informacions diverses en el qual la RV actua com a sistema de navegació (Biocca i Levy, 1995b: 21). Considerada sota l'òptica de la interacció persona - màquina, podríem

afirmar *a priori* que es tracta d'una interfície especialment ben aconseguida, ja que reproduïx de manera cada cop més exacta la nostra interacció física amb la realitat. Tenint en compte que l'activitat en el món real és la primera habilitat que aprenem com a éssers vius, la manipulació del món abstracte de la informació com si es tractés del món real, hauria d'obtenir resultats molt positius pel que fa a la comprensió i interacció amb els continguts. Aquest avantatge és especialment útil si tenim en compte que el Ciberespai creix de manera il·limitada i anàrquica i l'ús d'una metàfora visual serviria per posar ordre al caos i facilitar la recuperació de la informació tornant allí on els sentits es trobem més còmodes, en el món físic (Biocca i Levy, 1995b: 24-26).

La concepció que defensa Linda Jacobson és totalment oposada: per ella, el Ciberespai sorgeix de l'agregació en xarxa de diferents entorns de RV. La seva definició de Ciberespai prové, precisament, d'una integració entre la imatge proporcionada per la ciència - ficció i la seva implementació en les *MOOs*, aquells entorns interactius multiusuari accessibles en línia. Crec que el Ciberespai no és únicament el *WWW* sinó tot Internet i el conjunt de les telecomunicacions possibles a través de les tecnologies digitals. En el fons, Jacobson està confonent el contenidor i el contingut. El Ciberespai és el contingut, és a dir, totes les informacions emmagatzemades en un sistema digital o computacional i que es converteixen en Ciberespai des del moment que es connecten en una xarxa. Internet és l'encarregat de fer possible aquesta connexió i, per tant, es pot considerar, més que el contenidor –que serien els servidors, ordinadors, CD-ROMS i altres suports–, el vehicle de navegació per tot aquest espai d'informacions. Per altra banda, també crec que la concepció de la RV com a metàfora de navegació és limitada: és cert que la traducció a estímuls sensorials reals pot facilitar la comprensió i l'organització, però no tot és traduïble al llenguatge visual. A més, aquí s'està assimilant el Ciberespai amb el *WWW*; si és així, ja hi ha altres buscadors molt eficients. Per altra banda, és desaprofitar una part del potencial de la RV. Si pot simular el món físic, per què no la podem aprofitar com a model experimental de la realitat en lloc limitar-nos a utilitzar-la com a índex de matèries?

1.4.6.3.5. Conclusions

Fins aquí he repassat les característiques i evolució particular de cadascun dels elements que està protagonitzant les transformacions que han estat acotades dins el terme “Societat de la Informació” i que són rellevants des del moment que la RV en forma part i que pot ser confosa amb altres tecnologies molt properes a ella. Conclouré resumint les diferències i la relació entre el Ciberespai, la RV i el Multimèdia.

El Ciberespai és una entitat major, abstracta, formada per el conjunt d'informacions digitals interconnectades. En el fons és virtual, si entenem per virtual allò que està mancat d'entitat física i s'actualitza computacionalment. Com a tal, la RV i el Multimèdia en poden formar part, especialment si estan en línia. Però la diferència és que la RV està formada per imatges que són les protagonistes, les que estan dotades de sentit, mentre que el Ciberespai conté informació de tota mena, visual i abstracta. El Ciberespai, més que una realitat, és un concepte que engloba totes les informacions contingudes en ordinadors interconnectats i que, per tant, són virtuals des del punt de vista computacional (estan en forma numèrica i es poden actualitzar sota diferents formes). El Multimèdia, com el seu nom indica, combina diferents formats de comunicació, entre els quals es troben les imatges. Per això, la RV pot servir de base per

un Multimèdia, però llavors, no estarem davant d'imatges interactives que tenen significat per elles mateixes sinó que són intermediàries d'un altre coneixement, normalment expressat de manera verbal (escrita o oral). Com que és computacional i conté imatge, so, etc., el Multimèdia es pot considerar una part del Ciberespai, i més si està en línia.

Per tant, mentre que el Multimèdia i la RV ja està realitzades com a concepte, el Ciberespai és una noció que, pel seu origen de ficció i entitat metafísica, encara s'està construint i és molt més genèrica. És una realitat computacional, un món paral·lel contingut als ordinadors i, per tant, creat segons les seves regles. La interconnexió permet el seu creixement –perquè la capacitat d'emmagatzematge i processament dels ordinadors sempre és limitada– i també que ho faci de manera anàrquica, heterogènia, com qualsevol món o, diguem-ne, ecosistema.

I.4.7. La RV com a mitjà de comunicació

I.4.7.1. Introducció

“Everyone who is working with virtual reality is trying to do the same thing – create better ways to communicate¹²².” (Hayward, 1993: 11)

El vessant comunicatiu és un vector d'aproximació a la RV molt important. I aquest fet és degut a diversos motius. Des d'un punt de vista general, com hem vist a l'apartat anterior, la implementació actual de la RV s'integra dins les anomenades TIC. Les noves solucions tecnològiques estan transformant fins a tal punt les formes tradicionals de comunicació presencials i a distància, que es fa necessari comprendre'n els mecanismes interns per poder-los explotar adequadament i dirigir el nostre procés de canvi històric de la millor manera possible. A un nivell més concret, tant per la seva finalitat com per les seves característiques inherents, la RV presenta una funció comunicativa. Entenent que la comunicació és, en el sentit més general, la transmissió de missatges subjectes a un codi (Mallas, 1979: 32), ens adonem que la RV es pot considerar un mitjà destinat a aquesta finalitat per diverses raons. En primer lloc, per la màquina, ja que l'evolució dels PC no ha estat altra cosa que l'adequació de la calculadora inicial a les necessitats i característiques comunicatives de la persona. En segon lloc, per la seva funció: un ordinador es fa servir normalment per introduir i extreure dades, per la qual cosa ja estem entrant dins la definició de comunicació. Més encara, en el seu vessant públic, la RV permet l'intercanvi entre usuaris/àries remots –i llavors s'anomena “entorn virtual”– o bé serveix per transmetre un coneixement específic –i llavors estem presentant una “reconstrucció virtual”. Les reconstruccions virtuals pretenen simular la nostra activitat en l'entorn real, un procés d'interacció que no es pot produir sense una comunicació entre les dues esferes involucrades: el món i el nostre sistema cognitiu. Per tant, la immersió, la navegació i la manipulació i la interactivitat de què parla Tom Hayward (Hayward, 1993) com a elements essencials de la RV no són sinó la forma específica que pren la comunicació a través d'aquesta. I pel que fa als entorns virtuals, ens porten altra vegada cap a les TIC, ja que es caracteritzen per la integració de les tecnologies computacionals i les telecomunicacions, pensades per la comunicació a distància: qualsevol mitjà de comunicació crea momentàniament

¹²² En cursiva a l'original.

un món virtual en què es troben l'emissor/a i el receptor/a per intercanviar informació (Steuer, 1995: 39); l'únic que fan els entorns virtuals és concretar aquest espai d'intercanvi mitjançant una representació visual que simula (o no) la realitat. Així doncs, l'objectiu de la RV, com a entorn tridimensional reconstruït computacionalment, és millorar la comunicació entre les persones, entre màquines i entre les primeres i les segones. I ho aconsegueix simulant la nostra comunicació amb el món.

L'estudi de la RV des de la perspectiva de la comunicació presenta també avantatges metodològics, que detallaré en el segon volum i aquí només em centraré en els aspectes relacionats directament amb la definició del terme, és a dir, de quina manera la introducció d'una tecnologia peculiar modifica el procés de comunicació. Aquest està determinat per la intersecció de tres elements (Cabero, 1999: 57):

- El sistema simbòlic.
- El missatge.
- La tecnologia de transmissió.

Per raons de coherència del discurs, al capítol de Percepció, m'ocuparé del primer; al de Pragmàtica de la RV, del segon; i en el present capítol, tractaré la caracterització general del procés –per comprendre què aporta la RV– però, prèviament, repassaré els diferents tipus d'interfícies perquè, en el fons, corresponen a diferents solucions comunicatives, cadascuna amb implicacions particulars. Per això, i malgrat les crítiques a les concepcions estrictament tecnològiques de la RV, recullo aquí aquest aspecte: la història del desenvolupament tecnològic de la RV i, molt especialment, la influència de l'aparició i disseminació del PC, constitueix un element fonamental per explicar la complexitat de la definició de RV.

I.4.7.2. Tecnologia: tipologia, revisió històrica i crítica a la definició tecnològica de la RV

I.4.7.2.1. Crítica a la definició tecnològica de la RV

Fins ara ens hem aproximat al concepte de RV a través de cinc vies diferents: filosòfica, pictòrica, narrativa, científica i sociològica. Totes elles es poden incloure dins la definició de la RV que jo havia anomenat conceptual (Pujol, 2002a: 31-44). Tanmateix, el seu desenvolupament supera l'abast del terme tal com el vaig plantejar en el seu moment, que era per contraposició a la definició tecnològica, predominant en la literatura consultada. Per comprendre el significat de "definició tecnològica", comparem les definicions de Philippe Coiffet i Roy Kalawsky, que citava a l'apartat de "La realitat dins els ordinadors", amb la que proposa Peter D. Hill (Hill, 1996: 20):

"Se entiende como Realidad Virtual (RV) la aplicación práctica de modernas tecnologías informáticas que ayudan a crear en el espectador (y, a la vez, participante) ilusiones y sensaciones referidas a la inmersión total en un mundo imaginado, que solo existe dentro del ordenador que lo provoca."

Aquí també es parla de la creació artificial de sensacions realistes però s'hi anteposa la idea de mitjà tecnològic. Per altra banda, apareix la noció d'immersivitat i, sobretot, el món virtual ha perdut tota relació amb el món real, amb la qual cosa també ha perdut qualsevol valor epistemològic. Es tracta d'una definició molt propera a la "Realitat Artificial" de Myron Krueger, ja que conté els tres elements que la representaven: immersivitat, interactivitat i generació computacional. Aquesta mateixa tendència segueix la definició de Larry Stevens, que prèviament es lamenta del fet que la tecnologia actual no sigui capaç d'assolir el nivell ideal de realisme (Stevens, 1994: 4):

"Today, the term VR is used to denote any system in which the user is able to interact with a simulated environment. This environment may range from a simulation appearing on a computer monitor to a system that includes an array of sensory stimulators."

La descripció de la interfície es considera una forma neutra i universal de definir la RV però, en realitat, és incompleta perquè no recull la veritable complexitat del concepte, que prové dels seus usos diversos. En aquest cas, la simplificació comporta una definició inexacta, que només té en compte la forma externa i oblida que aquell instrument s'ha construït amb un objectiu. En certa manera, és com si resumíssim un llibre descrivint-ne les tapes. Com que la descripció tecnològica confon els mitjans amb la finalitat, es planteja com a principal objectiu la millora de la interfície. Aquest és un dels motius pels quals el realisme –especialment el visual– ha esdevingut una de les obsessions de qualsevol reconstrucció virtual en Arqueologia¹²³. En conclusió, segons aquesta definició la implementació precedeix la reflexió: els tipus d'aplicacions són una conseqüència del desenvolupament tecnològic i no pas a la inversa. En la definició que jo anomenava epistemològica (Pujol, 2002a: 35), en canvi, es parteix d'una concepció que fa referència a l'educació, l'art o la recerca i llavors s'experimenta per obtenir el tipus d'aplicació que millor compleix els requisits especificats a la teoria.

En aquesta secció reprendré i desenvoluparé la definició de la RV des del punt de vista de la tecnologia perquè, sense voler negar la validesa de la primera crítica a una concepció excessivament centrada en els aspectes tècnics, es tracta d'un aspecte característic, relacionat amb els diferents usos que s'han donat a les reconstruccions virtuals i que, per tant, permeten entendre més profundament la seva complexitat. Per molt que la ciència - ficció hagi deixat una petja difícil d'esborrar en l'imaginari col·lectiu, la RV es situa veritablement a la confluència de diverses disciplines tecnològiques –interacció persona - ordinador, robòtica, gràfics computacionals, disseny assistit per ordinador, etc.– que s'hi han anat afegint o s'han desenvolupat gràcies al seu estímul al llarg de la història de la RV. És el cas, actualment, de les recerques que es duen a terme des de l'àmbit del Patrimoni per millorar el realisme visual i trobar noves solucions per la comunicació amb el públic¹²⁴. I és que, fins i tot considerant la tecnologia en sentit estricte, és impossible aïllar-la de les seves connotacions implícites, entre les quals destaca, perquè és inalienable, l'objectiu. Tots els artefactes que crea l'ésser humà posseeixen una funcionalitat, fins i tot aquells que aparentment han estat

¹²³ En realitat, l'accepció que pren la RV en Arqueologia es deu a la combinació de dues tendències provinents d'àmbits diferents: d'una banda, la popularitat de la definició tecnològica; de l'altra, la concepció materialista cultural de la disciplina que encara impregna la major part de projectes de reconstrucció, tant si l'equip està integrat per persones de fora com de dins de l'Arqueologia. Per una reflexió més acurada sobre aquesta qüestió, vegeu (Pujol, 2002a).

¹²⁴ Un dels principals centres dedicats a la implementació de solucions museogràfiques a l'aire lliure per la difusió de l'Arqueologia és Ename (Ourdenarde, Bèlgica).

fets “perquè sí”¹²⁵. La tecnologia, al llarg de la Història, ha acomplert diferents finalitats, normalment en relació directa amb l'àmbit d'aplicació, la intenció, l'objectiu, etc. En el cas concret de la RV, i deixant de banda que aquesta ha aprofitat aparells o solucions que existien anteriorment, les innovacions tecnològiques han estat dirigides a la millora de la comunicació en sentit ampli, és a dir, de la transmissió de continguts i de l'acomodament de la persona a la màquina. En qualsevol cas, la finalitat dels diferents tipus d'interfície és la comunicació.

Aquesta perspectiva no sembla aportar cap novetat perquè la RV ja ha estat anteriorment caracteritzada com un mitjà de comunicació, però la diferència es troba en el fet que la majoria d'autors la consideraven en termes d'una col·lecció particular de dispositius. I aquesta és una concepció limitada per dos motius. En primer lloc, perquè el reconeixement com a “RV” es basa en la presència d'un tipus d'aparell concret i això genera confusió: la RV és només immersiva? Què passa amb la Realitat Augmentada, la podem considerar dins la RV, o no? I si no tinc un *HMD* o un *CAVE* i la reconstrucció tridimensional es presenta a la pantalla del meu ordinador? A més, un PC o uns *Datagloves* es fan servir per realitzar altres tasques (que no tenen res a veure amb la RV), com ara escriure aquestes paraules o la teleoperació, respectivament. Si aquests dos dispositius són característics de la RV, llavors hem de considerar que les tasques esmentades també són RV? És evident que no. Llavors hi ha dues solucions possibles: primera, excloure els exemples que no ens interessin i atorgar-los altres noms distintius; o bé agrupar la RVI, la RA i el *Desktop* sota el concepte genèric de “RV”, però llavors hem d'acceptar que els podem agrupar perquè comparteixen una altra característica, que és la presència d'imatges de síntesi, tridimensionals i interactives. Si és així, la definició estrictament tecnològica perd el seu sentit. L'altre motiu per considerar-la limitada és que no proporciona una unitat conceptual d'anàlisi (Steuer, 1995: 34): si la RV està formada per un sistema de *hardware*, quin de tots els dispositius és el que ens permet identificar que es tracta d'un únic exemple de RV?

D'aquests dos arguments es desprèn que la definició tecnològica no permet crear un marc teòric que integri la variabilitat de la RV –la RV és o no és– i proporcionï una referència per comparar els diferents sistemes entre ells o en relació amb altres mitjans de comunicació (Steuer, 1995: 34). Per tant, convé construir una definició teòrica de la RV, que no l'entengui com un artefacte sinó com una experiència acomplerta a través d'una interfície de comunicació. L'avantatge de la concepció comunicativa és que proporciona un nexa comú a les diferents implementacions i, conseqüentment, permet integrar en una mateixa anàlisi els exemples més primitius i els que encara han de venir¹²⁶.

Ja hem vist que si ens limitem a la definició tecnològica és impossible trobar una definició unitària perquè cada tipus implica un *hardware* diferent, que genera una experiència diferent i, com a conseqüència, no hi ha coherència possible. Curiosament, l'accepció tecnològica no es troba en la concepció original del terme, ja que Jaron

¹²⁵ Per exemple, “l'art per l'art”, que invocaven els artistes a partir del s. XIX, també té una funció: en principi, l'explicitada en aquest eslògan; i, de manera subjacent, les que es deriven de la psicologia del creador o la creadora.

¹²⁶ L'aproximació comunicativa presenta uns avantatges que superen de llarg de la qüestió de la tecnologia. Com veurem al capítol de justificació del marc teòric, dins la tercera part, el vessant comunicatiu permet adoptar una perspectiva semiòtica i, d'aquesta manera, aprofitar el potencial d'aquest àmbit a l'hora d'anàlitzar els fonaments teòrics de l'ús de la RV en Arqueologia.

Lanier va encunyar el terme “*Virtual Reality*” el 1989 per agrupar tots els projectes de RV que s’estaven duent a terme en aquell moment sota una mateixa rúbrica però basant-se en la noció de “Realitat Artificial” creada per Myron Krueger uns quants anys abans: interactiva, immersiva i generada computacionalment (Pujol, 2002a: 27, 30). Cap referència a un *hardware* específic, excepte potser la que es desprèn de la immersivitat. És molt probable que la confusió al voltant del concepte provingui de la importància que encara posseeixen les millores tècniques en aquesta primera fase de la RV, sobretot perquè pretenen satisfer una ambició anterior a les computadores i que aquestes van heretar: la simulació de les percepcions sensorials. Ho veurem quan repassem el desenvolupament tecnològic de la RV.

Una altra font de confusió pot provenir del concepte d’interfície, ja que és polisèmic. Una interfície es pot definir com un punt de contacte interactiu entre una persona i una màquina, un diàleg que millora la realització d’una tasca (Heim, 1993: 77). La diferència entre una interfície i un *hardware* –la pantalla o els altaveus– és que la primera ens permet modificar les operacions que realitza la computadora i, per tant, alterar el món controlat per ella mentre que això no és necessari en el segon. Per altra banda, aquesta definició implica una certa ambigüïtat perquè tant es pot aplicar a un *hardware* –per exemple, el teclat– com a un *software* –una reconstrucció virtual. I amb més motiu quan el terme ha servit per designar, successivament, coses diferents: primerament, es referia als adaptadors utilitzats per connectar circuits electrònics; després, al *hardware* que permetia comunicar-se amb el sistema; actualment, per la influència de la cibernetica i del Multimèdia, denota la connexió humana amb les màquines i el coneixement que contenen, de manera que les interfícies s’han convertit en finestres o vies d’accés al Ciberespai (Heim, 1993: 78). En conclusió, la interfície és alhora tot l’ordinador –entès com a eina per interrelacionar-se amb un coneixement emmagatzemat sota un format específic, incompreensible per nosaltres– i també els diferents dispositius de contacte entre la persona i la màquina –el *mouse*, el teclat, un *dataglove* – però, malauradament, l’accepció que ha predominat i ha determinat la definició tecnològica del terme és la segona.

1.4.7.2.2. El desenvolupament tecnològic de la RV (I): el paper del PC

La creació de la RV està lligada al desenvolupament de dues branques tecnològiques: els ordinadors –que és la més coneguda i està relacionada amb el càlcul i la visualització– i els enginyers mecànics –que li van transmetre l’ambició de realisme, a través de la reproducció dels estímuls sensorials i la cerca de la interactivitat. La recerca actual, orientada a introduir sentits tàctils i químics, demostra que l’origen de la RV no és únicament computacional, però al final els ordinadors van acabar substituint la mecànica en la tasca de simulació. Això comporta un seguit de problemes, ja que les computadores no estaven pensades per simular altres sentits diferents del visual i l’auditiu.

El primer antecedent mecànic de la RV és el “Sensorama”, construït a finals dels anys 50 i principis dels 60 per Morton Heilig. El seu objectiu era proporcionar una experiència que superés el cinema convencional i per això va crear un “Teatre experimental”, format per una pantalla que cobria el 100% del camp visual, uns altaveus repartits per la sala per tal d’emetre un so envoltant, i altres dispositius encarregats de generar olors, canvis de temperatura, vent i, sobretot, transmetre moviment als seients

(Burdea i Coiffet, 1993: 7). Durant els anys 1960 i 1961 va anar a presentar el seu invent revolucionari a les principals empreses cinematogràfiques però ningú no hi va voler invertir i llavors va decidir que calia passar per una etapa intermèdia, fent un “teatre” individual. És així com el 1962 va aparèixer el “Sensorama Simulator”, una màquina per a una sola persona que combinava pel·lícules tridimensionals, so estereofònic, vibracions mecàniques, aire i olors (Burdea i Coiffet, 1993: 7; Jacobson, 1995: 13).



Figura 13: El “Sensorama Simulator” de Morton Heilig.

Heilig va intentar novament comercialitzar el seu invent, però ningú no en va fer cas i el “Sensorama” va quedar com una atracció de fira (Jacobson, 1995: 12). El més interessant d’aquest precedent és que el seu objectiu no era la manipulació d’informació, com ara, sinó la integració de tot el cos en una experiència cinematogràfica realista. Morton Heilig volia que la gent se sentís immersa en la història de forma realista i per això calia crear estímuls complementaris dirigits als diversos sentis. Per tant, l’origen de l’atomització dels sentits –així com del fet que la RV sigui una experiència individual i no pas col·lectiva– prové, en realitat, de l’invent Morton Heilig i és una característica que va permetre que, posteriorment, s’hi poguessin aplicar els ordinadors, perquè la separació inicial ja s’havia dut a terme i llavors la computadora podia treballar específicament sobre cada sentit. Encara més, la pròpia concepció global de la RV, que la situa com una estimulació artificial dels sentits per donar la impressió de presència d’un món inexistent, és anterior als ordinadors.

Com es va passar, llavors, de l’enginy mecànic a les *Silicon Graphics*? Doncs novament gràcies a un invent de Morton Heilig. El 1960, va patentar un sistema de visualització format per un casc que combinava diapositives tridimensionals panoràmiques i so estereofònic (Burdea i Coiffet, 1993: 7-8).

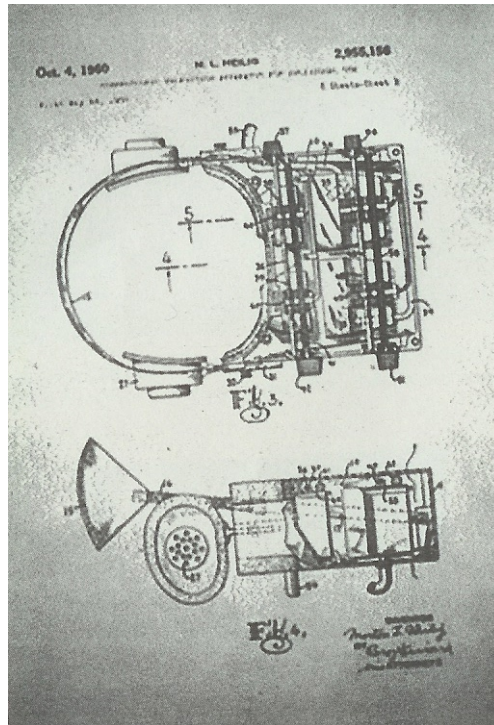


Figura 14: Un altre exemple de la genialitat de Morton Heilig: va patentar el un casc de simulació immersiva deu anys abans que Ivan Sutherland comercialitzés el primer HMD.

Malgrat que els centres de recerca se'l van tornar a treure de sobre, uns anys més tard, el 1966, Ivan Sutherland va reprendre la idea i la va desenvolupar de dues maneres. En primer lloc, va substituir les diapositives per imatges generades en una pantalla televisiva a través de dos tubs catòdics muntats al llarg dels arcs zigomàtics. Com que els tubs eren molt pesats, calia fer servir un braç mecànic per portar-los, però això també permetia afegir-hi uns potenciòmetres que mesuressin la direcció de la mirada de l'usuari/ària per tal d'adaptar l'escena a la situació del cap (Burdea i Coiffet, 1993: 8). D'aquesta manera naixia el “*Head Mounted Display*”. Tot i que els sistemes de mesura actuals utilitzen els ultrasons o el magnetisme, l'estructura bàsica de l'aparell segueix essent la mateixa, però en una versió miniaturitzada.

El segon canvi d'Ivan Sutherland va ser fer el pas de la imatge analògica a la digital, perquè les escenes presentades a les pantalles estaven generades per computadora (Burdea i Coiffet, 1993: 8). Mentre que el “*Sensorama*” pretenia simular experiències reals per millorar el cine, la digitalització duta a terme per Sutherland permet trencar el continu imposat per les imatges analògiques i, d'aquesta manera, introduir el potencial interactiu i de càlcul de la computadora. Per tant, amb el *HMD* apareix la RV pròpiament dita, ja que conté imatges de síntesi i comporta la possibilitat de manipular la informació, que és la seva funció actual.

La introducció dels ordinadors va obrir una altra línia diferent de la replicació de la realitat, la representació del coneixement, i va fer que els enginyers militars s'hi interessessin. Des dels anys 40, havien anat millorant el simulador de vol creat per Edwin Link i Luis DeFlorez (Stevens, 1994: 7), però tots aquests models presentaven l'inconvenient de ser analògics, és a dir, mecànics, amb la qual cosa la seva construcció resultava molt costosa (Burdea i Coiffet, 1993: 11). La possibilitat de recrear computacionalment diferents tipus d'aparell reduïa temps i costos però també imposava definitivament una forma visual a les simulacions virtuals. Durant els anys 70 es van

dur a terme nombrosos projectes de recerca ultrasecrets per millorar els cascs i els simuladors però després els pressupostos de defensa van disminuir i els investigadors van passar al sector civil (Burdea i Coiffet, 1993: 11). Des de llavors, un dels principals impulsors de les simulacions virtuals va ser la NASA, ja que la RV li permetia recrear les condicions ambientals d'entorns inaccessibles.

A partir d'aquest moment es separen dues línies de desenvolupament: la interactivitat, a través dels simuladors de vol, i els gràfics computacionals. El 1974, Ed Catmull, de la Universitat de Utah, va començar a desenvolupar tot un seguit de tècniques basades en algorismes matemàtics que permetien generar imatges sintètiques (Hill, 1996: 30). Partint d'aquesta metodologia bàsica, les recerques es van diversificar i van seguir dues vies principals: la dels sistemes gràfics per als simuladors de vol, que tenien com a objectiu la visualització d'imatges dinàmiques en temps real per crear una sensació de visió continuada; i els sistemes per obtenir imatges sintètiques estàtiques però extremadament realistes, destinades a la publicitat o la inclusió en seqüències de pel·lícules (Hill, 1996: 31).

La separació de les recerques en aquestes dues línies principals és important perquè es troba a la base de la diversificació de la RV en els diferents formats que avui coneixem. La producció del realisme gràfic no necessitava grans màquines, sinó que es podia generar en les computadores personals, uns aparells petits i funcionals que, a partir dels anys 80, cada cop posseïen més memòria i velocitat i s'estaven difonent ràpidament entre el gran públic. Per tant, un altre element que cal incloure per comprendre la complexitat de la RV és el pas al PC, que genera un nou tipus de RV: el *Desktop VR* (Forte, 2004). No oblidem que l'any 1965 Ivan Sutherland ja havia posat les bases ideològiques d'aquest tipus de RV, també anomenada "*Window on a World*", quan imaginava les possibilitats de la RV com a "finestra a un nou món" (Stevens, 1994: 7). Però, en el fons, l'èxit del *Desktop* s'afavoreix també des del mercat perquè constitueix una solució més barata i, per consegüent, més assequible tant per a les empreses i institucions de recerca, com per al gran públic (Burdea i Coiffet, 1993: 13). La introducció del *Desktop* és també revolucionari perquè, des del punt de vista estrictament tecnològic, facilitarà l'entrada de la RV al Ciberespai (a través de la connexió a Internet).

Tanmateix, presenta una contrapartida: com que la RV que permet un PC és menys sofisticada però és l'única coneguda generalment, es genera una sensació de decepció perquè no cobreix les expectatives suggerides per la ciència - ficció. Per altra banda, l'adopció per part de la indústria dels videojocs aprofitant l'atracció que exerceix sobre el públic augmenta la sensació de ser una tecnologia intranscendent, lúdica, que la gent aprecia per l'espectacularitat del *hardware* associat. Això explica també els motius de l'obsessió actual per realisme. No només es deu al fet que ja provenia d'aquesta línia de desenvolupament; l'excessiva i prematura popularitat de la RV ha estat perjudicial per la recerca, ja que ha provocat que aquesta s'ocupés més de satisfer les expectatives del gran públic i posés més èmfasi en la forma que no pas en el contingut (Forte, 2004). Això es veia afavorit pel fet que la capacitat de processament dels PC era limitada i, per tant, es sacrificava la interactivitat inicial en benefici del realisme. El pas als PC fa que la RV perdi la seva característica fonamental, la interactivitat, i esdevingui totalment visual. És en aquest moment, a principis dels anys 90, que l'Arqueologia descobreix la RV i l'aprofita, perquè satisfà plenament les seves aspiracions divulgatives.

La primera RV havia de construir tècniques de representació tridimensional pràcticament a partir del no res i ho va fer seguint dues línies bàsiques, desenvolupades pràcticament de manera paral·lela: el realisme gràfic i la interactivitat. El fet que, a triar entre l'alta interactivitat i l'alt realisme estàtic, l'Arqueologia hagi optat per la segona, ens demostra que la tria no depèn de la tecnologia sinó de la concepció de la disciplina, que inconscientment considera que les imatges estàtiques s'adiuen més amb els seus objectius: la RV continua la tradició dels dibuixos arqueològics i no pas la reconstrucció experimental perquè l'Arqueologia no s'entén, des del punt de vista metodològic, com una disciplina propera a les Ciències Naturals sinó més aviat erudita i humanista. A diferència dels videojocs, que adopten el vessant interactiu perquè els interessa la immersió en una història que sembli real –en el fons, és una superació del cinema com la que pretenia Morton Heilig–, el VH es situa dins la línia del realisme estàtic perquè la disciplina confon el passat amb les seves conseqüències materials aïllades i, per aquest motiu, es planteja un objectiu descriptivista. Tanmateix cal reconèixer, en defensa de l'Arqueologia, que l'entrada de la tecnologia a la disciplina és fa molt tardanament –les Lletres i els ordinadors tenen poc a veure més enllà de la màquina d'escriure– i consegüentment entra en contacte amb una RV “desvirtuada” per tot el procés relacionat amb el PC que acabo d'exposar. Un altre motiu és que bona part de les iniciatives provenen de fora de l'Arqueologia, és a dir, que els duen a terme professionals d'altres disciplines, com ara l'Enginyeria informàtica o l'Arquitectura, que utilitzen un monument o jaciment com a exemple d'aplicació i/o posseeixen una concepció de la disciplina poc “aprofundida”.

El *Desktop* també és responsable del desenvolupament de la RV com a eina de representació del coneixement i visualització. Aquest vessant prové del fet que l'eina que permet generar els gràfics tridimensionals no és més que una computadora i, per tant, pot integrar el càlcul i la representació, és a dir, la seva funció tradicional i la nova. Des d'aquest punt de vista, els antecedents de la RV s'han d'anar a cercar en el desenvolupament tecnològic de les computadores. La primera idea per automatitzar accelerar els càlculs prové de Blaise Pascal (1623-1662), matemàtic i filòsof francès que va inventar la primera màquina aritmètica el 1642 per facilitar la feina al seu pare, que era funcionari fiscal (A.A.D.D., 2003). Aquest aparell consistia en una sèrie de rodes de deu dents en què cadascuna representa un nombre del 0 al 9; les rodes estaven connectades de manera que podien sumar-se els nombres fent-les avançar un nombre determinat de dents (A.A.D.D., 2003). Gottfried Wilhelm Leibniz, que es considera l'inventor del càlcul infinitesimal i va posar les bases de la lògica –dues branques matemàtiques essencials per al funcionament de les computadores– també va contribuir a millorar la màquina de calcular perquè, el 1672 va inventar-ne una que havia afegit la capacitat de multiplicar, dividir i extreure arrels quadrades (A.A.D.D., 2003).



Figura 15: La calculadora que Blaise Pascal va inventar per ajudar el seu pare a l'hora de realitzar la comptabilitat.

L'evolució de les computadores va tornar a rebre un impuls gràcies al desenvolupament de la mecànica i l'electricitat durant el s. XVIII i començament del

XIX produït per la Revolució Industrial. El 1810, Colmar Thomas va construir una calculadora en sèrie, amb un automatisme molt reduït, que s'assemblava molt a les actuals (Hill, 1996: 26). Però és Charles Babbage (1792-1872), juntament amb la seva sòcia Augusta Ada Byron (1815-1852), qui es considera el veritable inventor de la computadora moderna ja que, malgrat que en vida no va poder dur a terme els seus invents perquè eren massa avançats per les possibilitats tècniques del moment, molts dels principis d'automatització del càlcul que va emetre encara són vigents a l'actualitat (Hill, 1996: 26). Durant la dècada de 1820, va començar a treballar en la "màquina diferencial", un aparell que podia realitzar càlculs matemàtics senzills, però no la va poder acabar de construir per manca de fons. A la dècada següent va dedicar-se a la "màquina analítica", una eina per resoldre problemes més complexos i que ja presentava els components bàsics de l'ordinador modern: dispositius d'entrada de dades, una memòria per emmagatzemar les dades a base de targetes perforades, un processador per les operacions matemàtiques i una impressora per fer permanent el registre (A.A.D.D., 2003). Tot i que aquestes idees mai no van ser dutes a la pràctica, el 1991 un equip britànic va construir una màquina seguint el disseny de Babbage i va resultar totalment operativa, amb la qual cosa es demostrava que el seu invent era vàlid i el situava com a precursor dels moderns ordinadors.

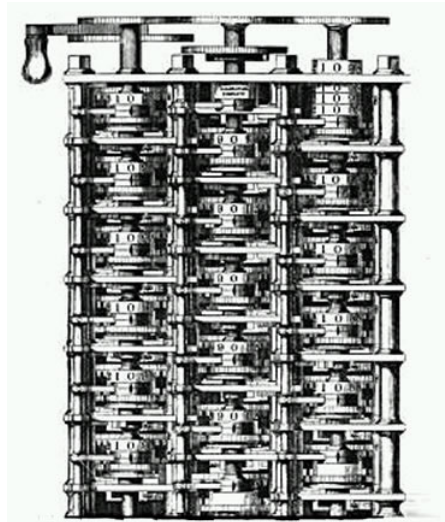


Figura 16: La màquina analítica de Charles Babbage i Ada Byron.

Així doncs, els primers ordinadors eren de tipus analògic, perquè realitzaven els càlculs mitjançant engranatges i eixos giratoris que primer s'accionaven mecànicament i després amb ajut de l'electricitat. Els primers sistemes de memòria també eren analògics i consistien en targetes perforades, la idea de les quals provenia de les plaques de fusta perforades inventades per Joseph-Marie Jacquard (1752-1834), inventor del teler automàtic que porta el seu nom, per controlar el teixit utilitzat en els dissenys complexos (A.A.D.D., 2003). El primer exemple de funcionament real és el de l'equip que va construir Hermann Hollerith (1860-1929) el 1890 per realitzar el cens de la població d'Amèrica del Nord (Hill, 1996: 26). Hollerith va inventar un mètode de codificació que traduïa les dades numèriques o alfabètiques a perforacions que després eren "llegides" mitjançant uns contactes elèctrics (A.A.D.D., 2003). Aquest mateix sistema va ser aprofitat el 1937 per Howard H. Aiken, en la construcció del "Mark I", un ordinador basat en relés electromagnètics, que va marcar un pas molt important en la digitalització de la informació (Hill, 1996: 26). Durant la II Guerra Mundial, un equip de científics britànics va crear el "Colossus", el primer ordinador digital totalment

electrònic que va ser utilitzat per descodificar els missatges xifrats de l'exèrcit alemany ja que posseïa la capacitat de realitzar uns quants centenars de càlculs per hora gràcies al seu sistema d'engranatges i vàlvules (A.A.D.D., 2003). El desenvolupament d'aquesta màquina no hauria estat possible sense la contribució d'Alan Turing, que va posar les bases teòriques de les computadores digitals i va obrir el camí a la Intel·ligència Artificial.

Paral·lelament, als EUA John Vincent Atanasoff (1903-1995) va idear un sistema de càlcul basat en un tub de buit que va servir per construir, el 1946, el primer prototip de màquina totalment electrònica, l' "ENIAC" (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), format per 18000 tubs o vàlvules de buit, que va funcionar fins el 1955. Tot i que la seva velocitat de càlcul era molt superior a les màquines anteriors, presentava l'inconvenient que el programa estava connectat al processador i, per tant, calia canviar manualment els cables cada vegada que es volien modificar les operacions (A.A.D.D., 2003). Per això se li va construir un successor, el "MANIAC I", que es basava en una idea de John von Neumann (1903-1957), pare de la teoria de jocs. Aquesta màquina superava l'anterior en velocitat i capacitat perquè les instruccions es guardaven en memòria de manera que s'alliberava la computadora de les limitacions de velocitat del lector de cinta de paper i permetia resoldre problemes sense necessitat de tornar a connectar-se a l'ordinador (A.A.D.D., 2003).

Amb l'aportació de von Neumann, l'evolució conceptual de la computadora assolí el màxim desenvolupament possible i s'establí els principis subjacents als ordinadors fins al recent adveniment del processament en paral·lel. El 1949, un invent tecnològic va ser novament el que va permetre d'expandir les capacitats de la computadora: el transistor. Aquest terme designa un grup de components electrònics utilitzats com a amplificadors o oscil·ladors, que consisteixen en una petita peça de material semiconductor –silici amb impureses– en el qual es practiquen tres o més connexions elèctriques. Els transistors realitzaven moltes de les funcions dels tubs de buit termoiónics però presentaven l'avantatge que eren més petits, més ràpids, consumien menys energia i posseïen una vida útil més llarga, amb la qual cosa, es reduïa el volum de la màquina i s'abaratien els costos. Així naixien els ordinadors o computadores de segona generació i s'iniciava una tendència a la millora quantitativa, desenvolupada fins a la recent generalització de la concepció nodal: als anys 60 van aparèixer els circuits integrats o microxips, que consistien en la col·locació en un únic substrat de silici de diversos transistors vinculats mitjançant connexions soldades a la placa i permetien la reducció de la mida, el preu i els errors. La progressiva concentració del circuit integrat va donar pas, a mitjans dels anys 70, al microprocessador, un microxip de mida similar a un segell, format per milions de transistors –que acostumen a actuar com a commutadors–, díodes, resistències, condensadors i connexions, que rep aquest nom perquè actua com a unitat central de processament de la màquina (A.A.D.D., 2003). Un microprocessador consta de diverses seccions, que s'encarreguen d'operacions diferents –càlcul, presa de decisions lògiques, descodificació de programes, transport d'informació, memòria local i *cache*, etc.– sincronitzades per un "rellotge" format per un cristall oscil·lant. Però un microprocessador no és la totalitat de l'ordinador, perquè no té gaire memòria ni es capaç de comunicar-se amb dispositius d'entrada i de sortida; per aquest motiu està assistit per altres xips de memòria i microcontroladors, que conformen la totalitat de l'ordinador.

El microprocessador va ser decisiu per la construcció i difusió de l'ordinador personal, que va reforçar el realisme gràfic a través de la implementació de la *Desktop VR*. Aquesta només és possible quan l'ordinador posseeix una gran capacitat de processament perquè l'actualització en temps real d'imatges complexes consumeix molts recursos. Actualment, s'està desenrotllant una tendència bàsica amb manifestacions a dos nivells: d'una banda, la creació d'ordinadors de cinquena generació, caracteritzats per arquitectures de xips que treballen en paral·lel, simulant les xarxes neurals humanes; de l'altra, les xarxes informàtiques, com Internet, que interconnecten diferents ordinadors per tal de compartir informació i recursos a l'hora de realitzar tasques complexes. Aquest sistema és el que estan aprofitant les indústries de videoljocs, actuals pioneres de la recerca en RV, per desenvolupar nous sistemes que combinen el realisme gràfic i la interactivitat sobre un suport multimèdia, amb la qual cosa estan realitzant el somni del Ciberespai.

1.4.7.2.3. El desenvolupament tecnològic de la RV (II): aparició de les diferents interfícies computacionals

Com a resultat de l'evolució tecnològica que hem vist a l'apartat anterior, la construcció d'un sistema de RV implica tenir en compte les característiques de l'usuari o usuària humans –percepció sensorial, funcionament cognitiu, etc.– i les possibilitats de la tecnologia, ja que les computadores no estaven pensades per simular la interacció multisensorial amb la realitat. De la confluència d'aquests dos àmbits n'ha sorgit una intersecció, anomenada “interacció persona - ordinador”, que actualment constitueix una de les disciplines més riques i actives des del punt de vista de la recerca. El seu objectiu és trobar els dissenys més adequats per fer que la comunicació entre les persones i les computadores sigui el més natural possible i ens introdueix en la segona accepció del concepte d'interfície. De les dues línies de desenvolupament tecnològic que es separen als anys 60, la gràfica es basa en la recerca computacional però amb el temps adquireix objectius que eren propis de la interactiva i es veu obligada a inventar solucions per acomplir electrònicament una funció que abans es realitzava mecànicament. Per tant els diferents dispositius perifèrics corresponen a diferents formes de comunicació, d'accedir al coneixement emmagatzemat a la màquina o generar-ne de nou a partir d'aquest.

La majoria dels primers prototips van sorgir a partir d'iniciatives individuals dutes a terme particularment durant els anys 60-70 i no és fins els 80 que es crearan les primeres empreses de comercialització de perifèrics relacionats amb la RV, concretament la *VPL Research*, dirigida per Jaron Lanier i Tom Zimmerman. Els pioners en l'àmbit instrumental de la RV són David Cohen i Ivan Sutherland que, independentment, havien desenvolupat programes de gràfics interactius fins que el 1968 van crear conjuntament l' “Espasa de Damocles”, el primer prototip de **cas** **visualitzador** que permetia contemplar, mitjançant un sistema de miralls, les imatges gràfiques sobreimpressionades a l'escena real a través de dos tubs de raigs catòdics i calculava l'orientació del cap amb l'ajut d'un element suspès del sostre (Hill, 1996: 31). Aquest prototip va posar les bases conceptuals de la RVI i la RA, ja que s'hi trobaven latents les futures tècniques d'immersió, estereoscopia, localització de l'usuari/ària i navegació al voltant d'un objecte, però la visualització era molt rudimentària. La millora tècnica va provenir de Tom Furness, que el 1977 dirigia un projecte militar –de gran èxit però molt car– per construir un casc de visualització d'alta resolució, el

“*SuperCockpit*”, que simulava lliçons de vol a través de gràfics tridimensionals i podia calcular la posició del cap sense necessitat de cap element extern, només superposant les imatges gràfiques sobre les reals (Jacobson, 1994: 15). Els primers sistemes de localització electromagnètica van ser creats el 1970 per l’empresa Polhemus (Hill, 1996: 32). Per tot això veiem que la primera RV era de tipus immersiu i és per aquest motiu que diversos autors (Byrne, 1996; Furness, Winn *et al.*, 1998; Winn, 1993), sobretot els que treballen a Nord-amèrica, consideren que perquè una aplicació sigui considerada RV pròpiament dita ha de ser interactiva i immersiva.

En aquest mateix moment, també estava treballant Myron Krueger, inventor el 1970 de la “Realitat Artificial”. Krueger entenia la RV no pas com una rèplica de la realitat sinó com una interfície natural que permetés expandir l’expressió artística. Per aquest motiu va crear “*Videoplace*”, format per una càmera de vídeo que captava les imatges reals de l’usuari o usuària i un ordinador que n’extreia la silueta, detectava la posició de les extremitats i el cap i generava imatges bidimensionals que barrejava amb les imatges de vídeo. D’aquesta manera, els objectes virtuals reaccionaven als moviments de la persona, que podia seguir els seus gestos a través d’una projecció (Pujol, 2002a: 27). Durant els anys 70 també es va desenvolupar –al MIT– el “*Moviemap Project*”, un viatge a través d’una reconstrucció gravada d’Aspen que funcionava mitjançant una pantalla tàctil (Jacobson, 1994: 14). I el 1972, Frederick Brooks, de la Universitat de Carolina del Nord va posar a punt un sistema de realimentació cinestètica (Hill, 1996: 33).

La creació dels *DataGloves* es deu a una idea de 1981 de Tom Zimmerman, que volia dirigir la música real tocada per orquestres invisibles i va construir a la seva habitació un guant amb sensors de posició connectat a un Atari 400 (Jacobson, 1994: 6). El 1985 es va unir a Jaron Lanier per comercialitzar el guant i va tenir tant d’èxit que va sortir a la portada del *Scientific American* de l’octubre de 1987. El primer sistema de **so tridimensional** va ser creat per Scott Fisher i Elisabeth Wenzel i el 1988 permetia manipular fins a quatre fonts de so virtuals que es mantenien localitzats fins i tot quan l’usuari/ària movia el cap (Burdea i Coiffet, 1993: 11).

La integració de tots els invents anteriors es va produir el 1981 en el “*VIVED*” (*Virtual Visual Environment Display*), un projecte de la NASA que combinava gràfics computacionals, imatges de vídeo, so tridimensional, reconeixement i síntesi de veu, un *HMD* format per pantalles de cristall líquid, un localitzador *Polhemus* i *DataGloves* per tal de planificar missions. I tot, amb aparells disponibles al mercat i, per tant, amb uns costos molt menors als del *SuperCockpit*. Després aquest projecte es va transformar en el “*VIEW*” (*Virtual Interface Environment Workstation*), en el qual participava Scott Fischer, especialista en gràfics, i que connectava el visualitzador amb un ordinador molt potent per poder simular imatge tridimensionals dinàmiques en temps real (Burdea i Coiffet, 1993: 11; Hill, 1996: 34-35; Jacobson, 1995: 15).



Figura 17: El sistema VIVED de visualització immersiva emprat per la NASA per l'entrenament dels pilots.

Des de llavors les empreses o institucions de recerca i comercialització de perifèrics s'han multiplicat exponencialment arreu del món i han creat nombroses solucions de visualització –*BOOM*, *CAVE*, *VRD*¹²⁷, *workbench*–, de mobilitat –*wearable computer*, *Palmtop*–, de percepció tàctil –*DataGlove*, *mouse* tridimensional, braços de retorn tàctil–, de navegació –*Vista-Walk System*¹²⁸, cinta caminadora– i, sobretot, d'edició de gràfics.

1.4.7.2.4. Tipologia de la RV

Tenint en compte tot el que acabem de veure, la RV no es pot entendre com un únic dispositiu sinó més aviat com un sistema, que integra diferents elements. A l'hora de descriure'n les parts integrants, crec que és encertada la decisió de Philippe Coiffet d'incloure-hi l'usuari/ària i jo ho justificaria a través de dos arguments: el primer, que es tracta d'una eina comunicativa en què les participants són la màquina i la persona; el segon, que no pot funcionar si la persona no el tanca, perquè el sistema té com a motor la interactivitat. Vegem-ho en l'esquema següent, adaptat i completat a partir de (Coiffet, 1995: 16):

¹²⁷ Per més informació vegeu (Pujol, 2002a: 34).

¹²⁸ Per més informació vegeu (Pujol, 2002a: 89).

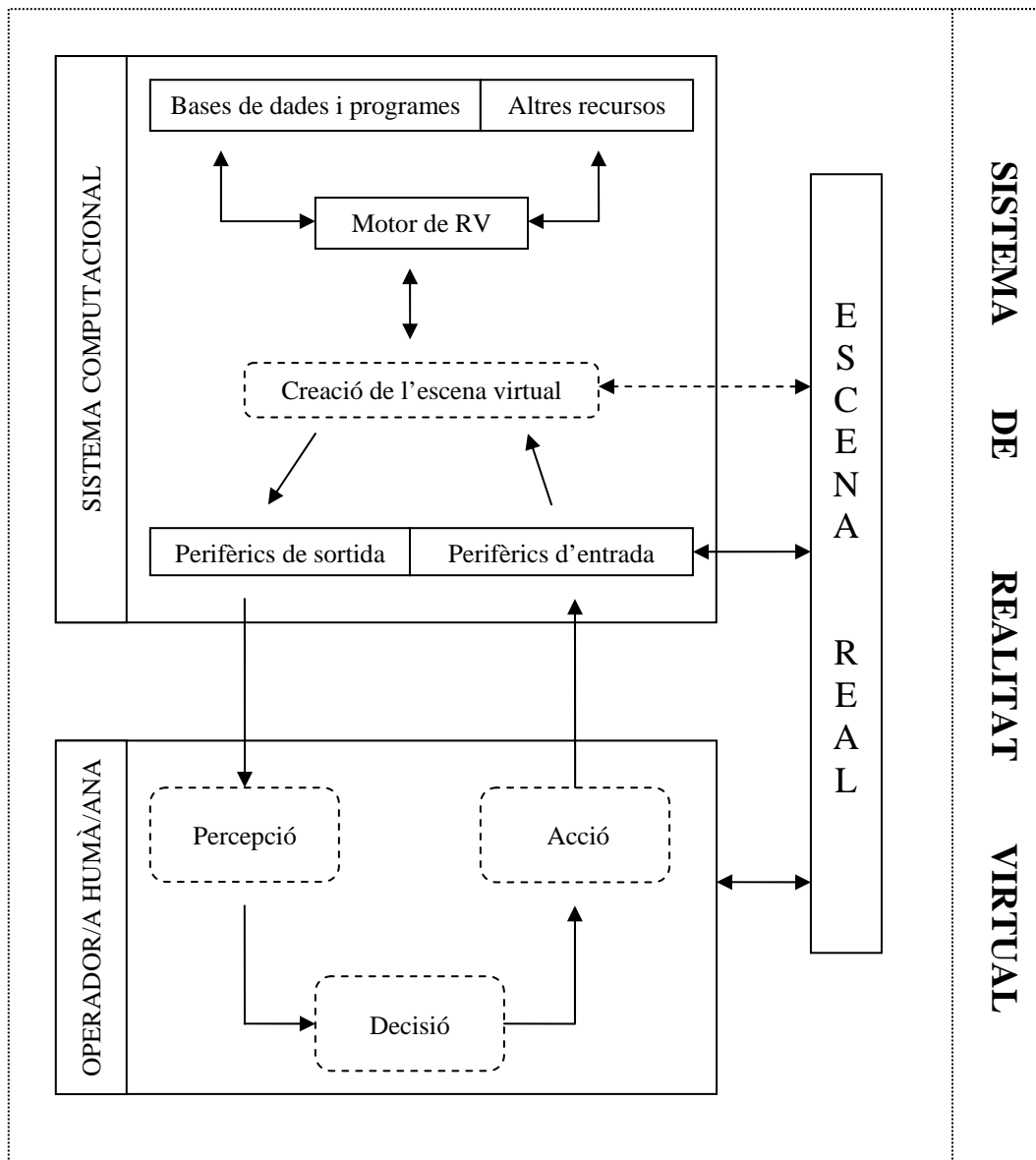


Figura 18: Representació esquemàtica d'un sistema de RV. Adaptat i completat a partir de (Coiffet, 1995: 16).

Qualsevol sistema de RV està format per tots aquests elements malgrat que no tots són sempre presents a les diferents aplicacions. Per exemple, en el cas de la RVI, l'escena real no és visible però s'evoca a través de la reconstrucció virtual; en canvi, en el cas de la RA és imprescindible. Per altra banda, la persona també ha estat subdividida en subsistemes imaginaris per emfasitzar la participació dels sentits –per obtenir la informació–, del sistema cognitiu –per interpretar-la i prendre i enviar les ordres pertinents– i del locomotor –per acomplir-les– en tres fases més o menys successives a l'hora d'interactuar amb el sistema computacional. El motor de la RV designa la tasca que realitza el conjunt del processador quan obté dades o rep l'*input* de l'usuari/ària i actualitza la representació tridimensional. La forma dels perifèrics d'entrada i de sortida i la relació que estableixen amb la realitat i la persona varien segons els tipus de RV.

Els principals formats de la RV ja havien estat descrits en treballs anteriors (Pujol, 2002a), però aquí els reprendré per completar-los i afegir-hi les línies d'implementació més recents, algunes constituïdes pel que podríem anomenar tipus “mixts”, és a dir, sistemes que combinen dues formes que inicialment s'havien desenvolupat de manera separada. Cadascun d'aquests tipus comporta implicacions o conseqüències diverses de cara a la transmissió d'informació, de manera que s'apliquen per cobrir aspectes diferents –que de vegades es recobreixen– de la nostra relació amb la realitat. Val a dir que no hi ha una correspondència unívoca entre perifèric i tipus de RV, sinó que una mateixa interfície pot fer-se servir en més d'una forma de virtualitat computacional diferent, la qual cosa demostra novament que no és l'aparell qui defineix la RV sinó al revés, l'objectiu que es persegueix és qui determina la interfície que s'utilitzarà. Tanmateix, faré ara una breu relació dels principals tipus d'interfície per simplificar el debat posterior. Són els següents:

- **PC: *Personal computer*.** És el nom que es va donar a l'ordinador de sobretaula, dirigit a un/a únic/a usuari/ària per distingir-lo de les computadores que podien ocupar tota una habitació i que no estaven dissenyades per una comunicació personal. L'ordinador inclou la CPU i els perifèrics de comunicació associats, com ara la pantalla, el teclat, el *mouse* o el *trackball*, els altaveus, etc. Una versió reduïda és el *Wearable computer*, més petit i lleuger que un portàtil. També podríem incloure-hi el *Palmtop*, aquestes agendes electròniques que funcionen mitjançant una pantalla tàctil i caben al palmell de la mà.

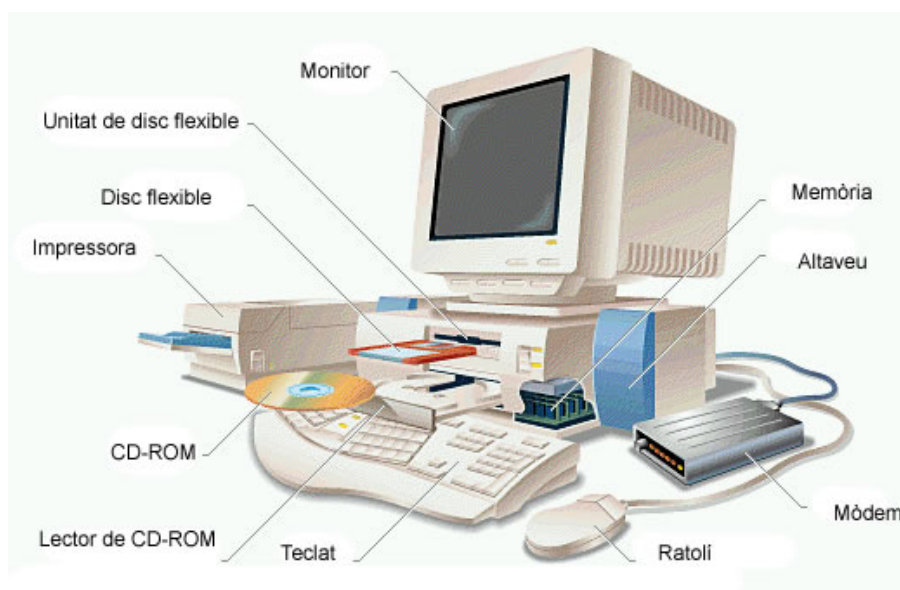


Figura 19: Els actuals ordinadors multimèdia són molt més que simples computadores: gràcies a la lògica numèrica, reuneixen diverses funcions en un sol aparell.

- **CAVE:** El *Cave Automatic Virtual Environment* és una instal·lació desenvolupada originalment a l'*Electronic Visualization Laboratory* de la Universitat d'Illinois (Chicago). Està formada per un mínim de tres murs transparents situats formant un cub sobre els quals es projecten imatges. Diverses persones amb ulleres estereoscòpiques poden entrar en l'espai delimitat pel cub i caminar lliurement mentre un sistema de localització ajusta constantment la posició de l'usuari principal (Beier, 2001). L'efecte tridimensional s'aconsegueix gràcies a unes ulleres transparents en què l'ordinador genera seqüencialment unes imatges visibles alternativament en un i

altre ull (“*shutter glasses*”). Avantatges: tenen un camp de visió més ampli sense necessitat de portar aparells a sobre i permeten la cooperació entre usuaris (Brooks, 1999: 18; Stallworth, Glover *et al.*, 1998). Els inconvenients són el preu d’una infraestructura tan complexa, les necessitats d’espai, els efectes cantonada i el poc contrast i saturació de color a causa del reflex de les pantalles oposades. Són problemes eminentment tècnics, deguts a l’arquitectura del sistema, però es poden resoldre en part amb l’ajut d’ulleres polaritzades (Brooks, 1999: 18).

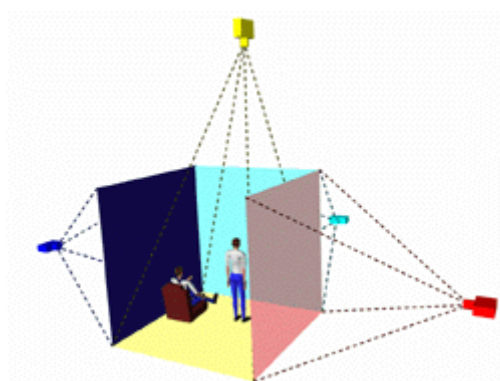


Figura 20: Esquema del Cave Automatic Virtual Environment.

- **Dispositius de visualització ocular:** el més conegut és el *Head Mounted Display (HMD)*. Es tracta d'un aparell que va muntat sobre el cap, com un casc o unes ulleres, i està format per dues pantalles en miniatura i un sistema òptic que canalitza les imatges fins als ulls. A través d'un sistema de localització es mesura contínuament la posició i orientació del cap perquè la imatge es reajusti al nou punt de vista (Beier, 2001). També acostuma a presentar altaveus per l'àudio i cada cop es tendeix a fer-los més lleugers i petits per naturalitzar la comunicació amb el món real i augmentar la sensació de presència real. Una altra versió és el *Binocular Omni-Orientation Module (BOOM)*, dissenyat per l'empresa *Fakespace*. És un sistema estereoscòpic format per unes pantalles i un sistema òptic situat dins una caixa a l'extrem d'un braç mòbil. La posició del cap es determina gràcies a uns sensors situats al punt d'unió del braç i la caixa (Beier, 2001). El *Visual Retina Display (VRD)* és la nova generació d'ulleres de visualització virtual. Són transparents i utilitzen un làser tricolor de baixa energia per projectar les imatges directament a la retina de l'usuari o usuària. Per aconseguir un efecte tridimensional, la imatge projectada a cada ull presenta un punt de vista lleugerament diferent. La diferència amb els anteriors és que no bloqueja la percepció de la realitat sinó que hi superposa una imatge d'alt contrast (Stallworth, Glover *et al.*, 1998).



Figura 21: HMD comercialitzat per la VPL Research a partir del 1989.



Figura 22: El BOOM, una altra forma de Realitat Virtual Immersiva.

Figura 23: El VRD: La nova generació d'ulleres de visualització augmentada.

- **Teatre Virtual:** Està format per una pantalla panoràmica semi-immersiva però dotada de gran profunditat que presenta escenes sintètiques de mida real a un públic assegut en fileres de seients esglaonats com en un teatre. Per això es pot considerar una solució mixta, ja que agafa la idea de la imatge com a vehicle de comunicació continguda al *WoW* –en aquest sentit podríem dir que la concepció subjacent de la RV està més propera a la *Desktop VR* que no pas al *CAVE* o al *HMD*- i l'expandeix perquè augmenta la mida de la pantalla i la fa semi-immersiva. Aquesta tecnologia parteix d'una concepció evolucionada de la immersivitat, que deixa definitivament enrera la idea original de la RV com a rèplica de la realitat i s'anomena Realitat Virtual Semi-immersiva (RVSI).



Figura 24: El Teatre Virtual del CINECA (Bolonya, Itàlia).

- **Videomapping:** La idea original és de Myron Krueger, professor d'Art, que volia que la tecnologia es naturalitzés per poder utilitzar-la com a vehicle d'expressió artística. Això era possible a través d'entorns interactius que combinessin la realitat i la virtualitat, com ara el *Videoplace*, una instal·lació

formada per una càmera de vídeo i una pantalla de projecció connectades a un ordinador. Quan una persona es situa davant la pantalla, la càmera capta la seva imatge i transforma els seus moviments en accions bidimensionals que es combinen amb el món virtual contingut a l'ordinador de manera que sembla que la interacció és directa (A.A.D.D., 2002a; Jacobson, 1994: 13; Stevens, 1994: 7).

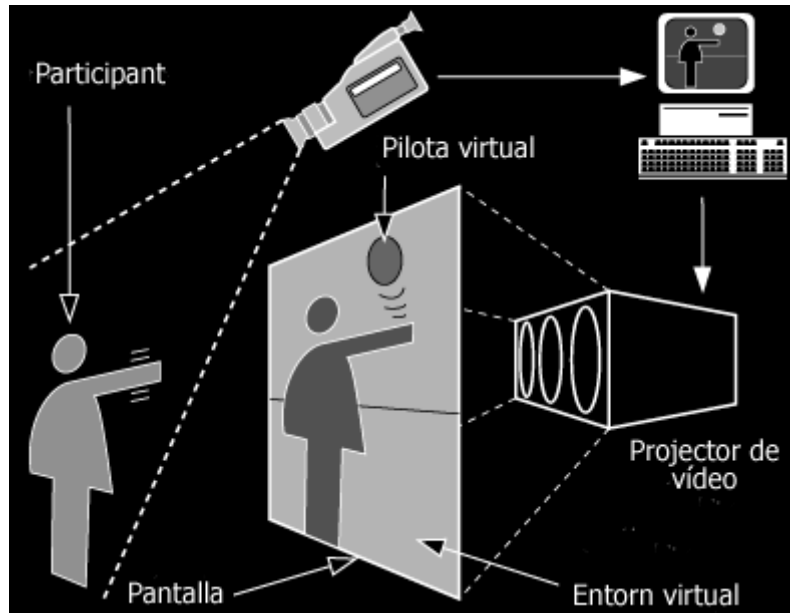


Figura 25: Esquema de funcionament del Videoplac de Myron Krueger, inventor de la Realitat Artificial.

- **Workbench:** Està format per una taula sobre la superfície de la qual es projecten imatges estereoscòpiques, visibles per un grup de gent que porti unes ulleres polaritzades. Els usuaris i les usuàries poden interactuar amb les imatges a través de diversos mètodes, com ara el reconeixement de gestos i de veu, les interfícies gràfiques o els guants digitals (A.A.D.D., 2002b). Es pot considerar un exemple diferent dels anteriors perquè, com veurem més endavant, en aquest cas la virtualitat s'integra dins la realitat i no pas al revés.

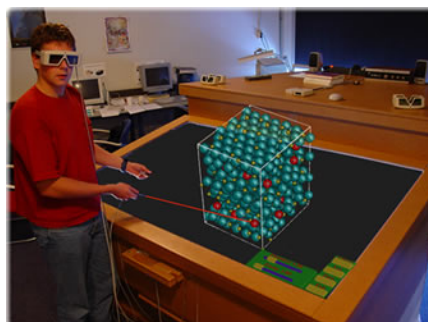


Figura 26: El Workbench, un exemple de Realitat Híbrida per l'experimentació científica.

- **Dispositius de simulació tàtil:** en aquesta categoria es poden incloure els *DataGloves*, que he esmentat en repassar l'evolució tecnològica dels perifèrics de la RV, i els diferents tipus de **braços de retorn tàtil** i altres dispositius similars. En el primer cas es tracta d'un guant o fins i tot d'un vestit que cobreix tot el cos i porta uns sensors pneumàtics o elèctrics que detecten el moviment – amplitud, direcció, magnitud, etc.– i l'envien a l'ordinador perquè aquest adequi

la resposta del món virtual. Aquests guants permeten fer gestos i agafar coses que no existeixen físicament, per tant, simulen el comportament humà. El segon cas correspon a una interfície que s'està desenvolupant actualment en diversos laboratoris europeus –CINECA (Bolonya, Itàlia); UPF (Barcelona)– i el braç simula la força que oposa un objecte quan l'empenyem o rebota contra una superfície, per tant, simulen el comportament dels objectes.



Figura 27: Un altre element propi de la Realitat Virtual Immersiva: el Dataglove.

- **Cinta caminadora:** Es pot considerar una versió més senzilla del vestit amb sensors perquè, en lloc de captar tot el moviment corporal, serveix només per navegar dins el món virtual. Es tracta d'una cinta com les dels gimnasos que es connecta a l'ordinador: a través del moviment dels peus i d'un control de direcció situat als mànecs es pot avançar dins la simulació. Actualment, la UPF està desenvolupant un dels primers prototips de les universitats catalanes i l'apliquen a la visualització d'entorns arquitectònics perquè la persona es faci una idea de com seria aquell edifici si caminés pel seu interior.

Contràriament al que havia explicat en treballs anteriors (Pujol, 2002a: 31), la Realitat Artificial de Myron Krueger no pretenia substituir el món sinó inventar un entorn interactiu controlat per ordinador que fos més natural que el típic sistema de pantalla i teclat i afavorís l'experimentació artística també en l'àmbit de les computadores (Jacobson, 1994: 13). Per tant, la RVI i la RA no deriven pròpiament de la Realitat Artificial, sinó que són paral·leles a ella i totes tres provenen de la separació dels volts dels anys 70 de les dues línies de recerca –gràfics i interactivitat– ja esmentades anteriorment. Com hem vist llavors, cadascuna porta a la implementació d'un sistema de RV específic, la RVI i la *Desktop*.

La RV de tipus *Desktop*, també anomenada, “*Fish tank virtual reality*” o “*Window on a World*”, té els seus orígens en els gràfics computacionals i rep aquest nom perquè es genera amb un PC, de manera que el monitor d'ordinador constitueix una finestra oberta a un món sintètic. És la més estesa gràcies al fet que molta gent en el món occidental posseeix un ordinador i que les seves capacitats de memòria i processament de les targetes permeten fer funcionar gràfics cada cop més complexos. La **RVI** es caracteritza pel fet que totes les informacions proporcionades a l'usuari o usuària estan generades exclusivament per l'ordinador. El sistema està format per quatre elements fonamentals: una base de dades que modela el món sintètic; el sistema de renderitzat de gràfics i el sistema de localització, que contribueixen al realisme i interacció de l'entorn virtual; i, finalment, els dispositius visuals, com ara el *HMD* o el *CAVE*, que garanteixen la immersivitat tot bloquejant les informacions del món real (Brooks, 1999:

16). En la RVI la visualització té com a referència el cap, que proporciona una interfície natural de navegació en l'espai tridimensional. Aquest es presenta a escala humana i conté objectes susceptibles de ser manipulats. Deixant de banda l'element distintiu, la interactivitat, tots dos tipus de RV comparteixen el fet de ser interactius i, sobretot, d'estar generats totalment per ordinador.

El següent tipus de RV que va aparèixer, la **Realitat Augmentada**, trenca aquesta darrera norma perquè consisteix en l'adquisició de dades virtuals suplementàries sobre el món real mentre es navega per un entorn físic real (Durlach i Mavor, 1995). Per aconseguir-ho es poden fer servir pantalles de projecció; solucions mòbils, com els Palmtop o les pantalles interactives portàtils; i, fins i tot, els *HMD*. La RA es pot considerar el tercer dels grans tipus de RV perquè a partir d'ella es deriva un paradigma diferent dels anteriors. El *Desktop* es relaciona amb la representació i el càlcul a partir de gràfics realistes; la RVI està pensada per la simulació d'entorns realistes; i la RA millora la percepció de les persones durant la interacció amb el món real tot proporcionant informació que no és directament perceptible a través dels sentits. La principal diferència entre la RVI i la RA és la immersivitat: mentre que en la primera l'usuari/ària està completament immers/a en l'entorn virtual generat per l'ordinador, la RA té com a objectiu augmentar la realitat, per tant, treballa a partir de la immersió en el món real. Una altra diferència bàsica té a veure amb la relació que s'estableix amb el món real o virtual. En la RVI, el món virtual ha de respondre als moviments de la persona però, com que no hi ha cap connexió natural entre ells, cal crear-ne una. En la RA, en canvi, la persona es troba en el món real i la connexió entre ambdós és natural però llavors cal que el sistema enregistri i interpreti les imatges de la realitat. Aquest és el motiu pel qual la recerca en RA va molt dirigida a desenvolupar mètodes i tècniques de visualització per combinar adequadament en temps real els dos tipus d'imatge.

Aquests primers tipus de RV els podríem anomenar "purs" perquè cadascun representa una única manera de concebre i accedir a la virtualitat computacional. Una altra característica és que en ells es produeix una separació total entre el món real i el virtual que, en el cas de la RA es redueix a la superposició però, fins i tot aquí, els dos móns mai no entren en contacte. Amb el temps, aquesta particularitat ha canviat ja que s'han anat construint interfícies diverses que difuminen els límits entre tipus i permeten una barreja del món real i el virtual. Paul Milgram ja va publicar, ara fa deu anys, una proposta de classificació de la RV (Milgram i Kishino, 1994; Milgram i Takemura, 1994), que consistia en una línia de continu entre la realitat i la virtualitat al llarg de la qual es podien situar els diferents tipus de RV, concretament, la immersiva i l'augmentada.

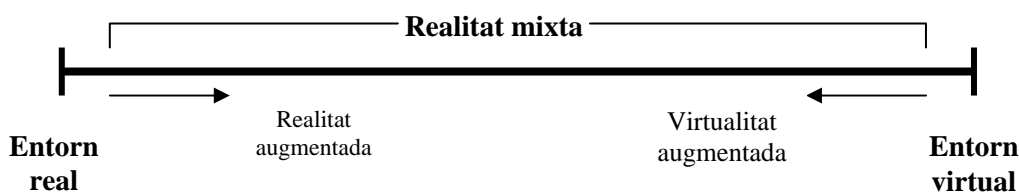


Figura 28: el continu realitat - virtualitat com a forma de classificació de la RV (Milgram i Kishino, 1994; Milgram i Takemura, 1994).

En aquest esquema, la relació entre realitat i virtualitat pren la forma d'un continu, als extrems del qual es situen l'entorn completament real i l'entorn completament virtual. L'oposició d'aquests extrems crea una regió intermèdia anomenada "Realitat Mixta", dins la qual es troben la Realitat Augmentada –en què encara predomina la visualització del món real– i la "Virtualitat Augmentada" –un terme inventat per l'autor per designar aquells sistemes que són bàsicament sintètics però contenen alguna imatge real, per exemple, per formar les textures (Vallino, 2002). Ara que hem vist els diferents tipus de perifèrics o interfícies, podríem completar l'esquema de Milgram de la següent manera:

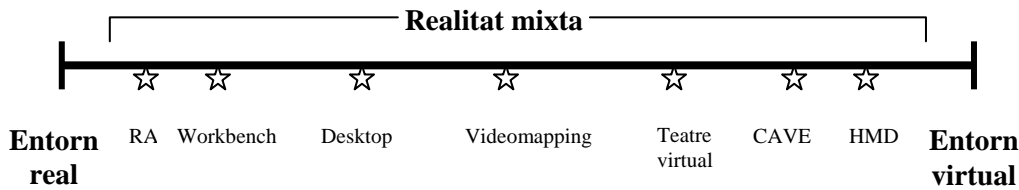


Figura 29: la situació de les diferents interfícies en el continu realitat - virtualitat.

El problema del continu de Paul Milgram és que només mesura una característica, la quantitat de presència del món virtual en oposició al real, però no el tipus de relació entre ells: no té en compte les característiques qualitatives i, per aquest motiu, el *Videomapping* interfereix entre el *Desktop* i el Teatre Virtual, quan anteriorment havia afirmat que el Teatre Virtual es situava a mig camí entre el *WoW* i el *CAVE*. En altres paraules, el fet de situar realitat i virtualitat en els dos extrems d'una línia impedeix o no contempla la possibilitat que es barregin. Per aquest motiu proposo una altra forma de classificació, més orientada a la integració de les dues variables que, en el fons, recull les diferents formes d'interacció o de comunicació entre realitat i virtualitat. Per tal de garantir l'exhaustivitat de la tipologia, seguiré una classificació que he desenvolupat a partir de la conceptualització de Jean-Louis Weissberg (Weissberg, 1989: 17, 26) i la tipologia d'interfícies de John Isdale (Isdale, 1998).

Relació realitat / virtualitat	Tipus d'acció	Tipus d'interfície	Tipus de perifèric
Separació	Superposició del real i el virtual	RA	<i>Palmtop, Laptop, Pantalla projecció</i>
	Veure el virtual per una finestra	<i>WoW</i>	Monitor ordinador
Separació / presència	Veure el virtual per una finestra semi-immersiva	RVSI	Teatre Virtual
Presència	Presència del real dins el virtual	RVI	<i>CAVE HMD</i>
Contigüitat	Prolongació del real dins el virtual	RVSI, <i>WoW</i>	Cinta caminadora, retorn tàctil
	Pont a través del virtual	Telepresència	<i>HMD, Dataglove, ordinador</i>
Introducció	Introducció del real dins el virtual	<i>WoW</i> (avatars)	Ordinador
Injecció	Superposició del real i el virtual	RA	<i>HMD</i>
	Injecció del real dins el virtual	<i>Videomapping</i>	<i>CAVE</i>
	Injecció del virtual dins el real	RH	<i>Workbench, Tangible Media</i>

Taula 3: classificació dels diferents tipus d'interfície en funció de la relació que estableixen entre el món real i el virtual.

En la RV hi ha un element invariable i és la nostra existència com a objecte que posseeix totes les característiques pròpies del món real. Per tant, la taula anterior recull el nivell d'integració entre aquests dos nivells ontològics, el món físic i el virtual. En el cas de la RA, estan separats però es superposen i és la nostra acció sobre el món físic el que determina el comportament del virtual. En el cas del *WoW*, es produeix el major grau de separació perquè nosaltres, asseguts en el nostre entorn físic, contemplem la reconstrucció virtual que apareix a la pantalla com si es tractés d'una finestra i la interacció amb ella es produeix a través d'una interfície poc ergonòmica. En el cas de la RVI, el *CAVE* i, sobretot, el *HMD*, les interfícies contribueixen a proporcionar una sensació completa de presència en el món virtual, però no perdem la nostra corporeïtat, com sí succeeix en el cas dels avatars i el *Videomapping*. En ambdós casos actuem "directament" dins el món virtual però a través de dues formes de digitalització diferent: en la primera, es crea un intermediari, una representació nostra que activarem mitjançant uns comandaments; en la segona, la interacció és més natural perquè es capta la nostra figura real i s'injecta al processador després d'haver estat convenientment traduïda al llenguatge simbòlic de les computadores. És per aquest motiu que la RV amb avatars es situa a mig camí entre la contigüïtat i la injecció. La contigüïtat es refereix a l'acció d'un món sobre l'altre però sense que arribin ben bé a barrejar-se, és a dir, que actuem en el món real i això té repercussions sobre les imatges virtuals però no els hem fet res directament a elles, com sí passa amb el *Videomapping*. En aquest cas és necessari l'ús de perifèrics que facin de pont entre l'acció real i el comportament virtual. Un exemple de contigüïtat és aquell en què toquem una campana virtual i sona a la realitat o viceversa. Finalment, el *Workbench* es pot considerar un exemple d'injecció invers al del *Videomapping* perquè l'usuari/ària s'està dret en el món real i mira el món virtual que és projectat cap a ell/a: la superfície de treball virtual es troba a l'abast de les seves mans (de Haan, Koutek *et al.*, 2004) i les ulleres només serveixen per garantir la tridimensionalitat.

Tots els exemples que acabo de presentar, excepte els que corresponen a la injecció, presenten un problema: existeix una asymptota entre els dos móns. El *WoW* els separa completament perquè a la usuària o usuari se li fa molt evident que està observant un món diferent del seu. En el cas de la RVI s'intenta pal·liar aquest efecte i s'aconsegueix en aparença perquè s'introdueix la persona en un espai delimitat per projeccions planes, com si estiguéssim envoltats de *Desktops* o bé es visualitza a través d'ulleres, com si ens haguéssim apropat molt a una pantalla d'ordinador. La contigüïtat permet una major interacció entre els dos móns però mai no s'arriben a barrejar perquè els comportaments en un s'activen des de l'altre. L'ambició de l'Enginyeria i, fins i tot, de l'Art, ha estat superar aquest paral·lelisme a través de la creació d'un nou concepte filosòfic – tecnològic: la **Realitat Híbrida** (RH) o Realitat Mixta (RM), en la qual jo inclouria –tot i que els seus creadors no ho fan– els exemples continguts dins la categoria "Injecció" perquè l'objectiu és el mateix: aconseguir una barreja real dels dos móns. Yacine Ait Kaci i Naziha Mestaoui, fundadors de l'empresa *Electronic Shadow*, la defineixen així (Ait Kaci i Mestaoui, 2003: 25):

"La réalité hybride est consécutive à la coexistence de deux réalités perceptibles, l'une physique et l'autre électronique, dans des espaces communs".

Per tant, la RH implica una fusió de la realitat i la virtualitat dins el món físic de manera que la interfície de comunicació es difumina, desapareix perquè s'hi integra completament. En la RH, l'espai esdevé un component essencial, ja que constitueix la

matriu en què es produirà aquesta fusió. Això exigeix tenir en compte els requisits comunicatius de les persones i de les màquines, per integrar-los el més possible. I aquesta integració es pot produir de dues maneres: a través d'instruments reals o bé afegint-hi el potencial telecomunicatiu d'Internet. En el primer cas l'espai està delimitat per un marc arquitectònic, el qual esdevé una gran interfície perquè funciona amb una extensió virtual completament integrada (Ait Kaci i Mestaoui, 2003: 21). Per tant, la novetat de la RH és que en lloc de crear una interfície dins l'àmbit computacional –és a dir, un *hardware* o un sistema de navegació dins les dades–, la interfície és l'entorn real perquè és en aquest que ens desenvolupem òptimament. La integració de realitat i virtualitat es pot dur a terme de dues maneres complementàries: fent que les interfícies de comunicació esdevinguin els propis elements constructius de l'edifici, com en el cas del *Centre Culturel Français de Palerme et de Sicile* (Ait Kaci i Mestaoui, 2003); o també a través d'objectes habituals que s'han manipulat perquè esdevinguin portes a l'entorn digital, com en el cas de la “*ToneTable*” i el “*Well of Inventions*”, desenvolupats al Museu de Ciència i Tecnologia d'Estocolm (Taxén, Bowers *et al.*, 2003), els “*Knowledge Spaces*” creats pel *Media Arts and Research Studies* del *Fraunhofer Institute* (Strauss, Fleischmann *et al.*, 2003) o la “interfície multimodal” creada pel *Department of Information Technology* de la Universitat de Sussex per reproduir i presentar al públic general objectes molt valuosos però poc accessibles (Petridis, Pletinckx *et al.*, 2005).

Com veurem quan parlem sobre la RV als museus, això posseeix evidents connotacions museogràfiques i, fins i tot, ha acabat portant a una forma de Museu Virtual, anomenada “Museu Híbrid”, que es presenta com a conseqüència lògica d'aquesta concepció (Ait Kaci, 2003). En la seva forma ideal, la RH ha deixat de ser un espai real per esdevenir un espai informatiu, en què l'arquitectura no té a veure amb els materials constructius sinó amb els sistemes de representació (Ait Kaci i Mestaoui, 2003: 8): la informació és la matèria primera amb què es construeixen els edificis dedicats a la transmissió de coneixement com, per exemple, els museus. Òbviament, els conceptes d' “espai informatiu” i “sistema de representació” havien estat prèviament vinculats amb les tecnologies digitals més que no pas amb els entorns reals: eren metàfores emprades en l'argot de les TIC que actualment s'estan convertint en realitats literals.

La segona forma de RH es basa en la ruptura de l'espai - temps tradicional que provoca la integració del món físic i el món digital. Més exactament, el nostre entorn físic no canvia, però la integració de les TIC hi afegeix una nova dimensió (virtual) que permet superar les limitacions d'un món pensat només en quatre dimensions. La meua opinió és que les reconstruccions virtuals es podrien incloure dins aquesta concepció, però fins ara només s'han tingut en compte les implicacions dins el món real, és a dir, a través d'Internet. És el que Yacine Ait kaci i Naziha Mestaoui anomenen “25è fus horari”, que es caracteritza per la seva immediatesa i ubiqüitat (Ait Kaci i Mestaoui, 2003: 6). Des d'aquest punt de vista, la consideració d'un espai com a híbrid prové del fet que en aquest espai es reuneixen una persona aquí i ara i una altra en un altre lloc i temps i poden comunicar-se. Així (Ait Kaci i Mestaoui, 2003: 13),

“Les dispositifs réels sont comme les deux portes d'entrée d'un espace virtuel hybride dont le site Internet se fait l'écho”.

El 25è fus es pot considerar un sinònim d'Internet perquè genera un espai virtual, potencialment infinit, que existeix des del moment que l'explorem. Amb Internet desapareix l'espai perquè la informació es troba potencialment a tot arreu, amb la qual cosa es pot considerar que la persona supera les imposicions geogràfiques i pot visitar entorns que es situen en altres llocs. D'aquí deriva la noció de "visita compartida" que Areti Galani va avaluar al *Mackintosh Interpretation Centre* i que consisteix en la visita simultània a una "exposició híbrida" per part de dues persones, una que es troba *in situ* i una que es troba en un altre lloc però que pot visualitzar l'entorn real i comunicar-se amb el/la visitant real que, en certa manera, li fa d' "avatar" (Galani i Chalmers, 2003). Aquesta és una via que presenta implicacions una mica diferents de l'anterior, ja que l'espai híbrid no es situa ben bé a la realitat, sinó que es crea, gràcies a les telecomunicacions, un espai on interactuen dos trossos de món separats; tots dos són reals, però es reuneixen en la virtualitat, en un lloc que existeix però no és tangible i que es manifesta a través d'una interfície naturalitzada. Per aquest motiu i perquè en cadascun dels dos llocs, l'altra persona posseeix una aparença virtual però no és un avatar, podem incloure aquest tipus dins la categoria de RH.

La RH continua la concepció de "Realitat Mixta" tal com la van presentar per primera vegada Paul Milgram i Fumio Kishino perquè pretén superar la limitació dels sistemes de RV tradicionals, que eren bidimensionals i imposaven interfícies que separaven clarament els dos móns, tant pel que fa al funcionament com a la visualització. La RM no és simplement un espai real en què es fan servir tecnologies de RV, sinó que es pretén superar l'antiga dicotomia a través de la creació d'espais mixts, que integren la realitat i la virtualitat, en el sentit que la interfície ja no és aïllable sinó que s'ha confós completament en l'espai físic i fa servir com a llenguatge de comunicació les formes que per nosaltres són naturals. En paraules de Wolfgang Strauss (Strauss, Fleischmann *et al.*, 2003: 10-11),

"[We] ...are not transported into an alien world and morphed into a cyborg with data visors and data gloves, but instead move in a familiar action space with extended electronic functions."

Més endavant, al capítol d'aprenentatge als museus, veurem exemples d'aquests espais híbrids però, de moment, és evident que aquesta imatge s'apropa molt al *Holodeck* de *Star Trek*, al qual feia referència quan parlava de "La Creació d'altres móns", i és l'ambició màxima de la RV. Per altra banda, la RH també es pot relacionar amb la RA si incloem aquesta dins la primera com una possibilitat dins l'espai real. Però la RA és diferent de la RH perquè es refereix al contingut de l'ordinador, mentre que la segona es refereix a allò que s'articula dins el món físic.

1.4.7.2.5. La tecnologia al seu lloc

Aquest apartat dedicat exclusivament a la tecnologia tenia com a objectiu situar el paper de la tecnologia en la gènesi de la RV i comprendre d'on prové una de les fonts de complexitat o confusió en relació amb la definició del concepte. Hem vist que l'ambició de simular la realitat és anterior a les computadores. Posteriorment, la digitalització introduïda per Ivan Sutherland és la que involucra els ordinadors i, amb això, aporta la possibilitat de manipular el coneixement però també les limitacions inherents a la lògica computacional a l'hora de simular les activitats sensoriomotors. Per tant, la història de

la RV està lligada als ordinadors només a partir d'un determinat moment i això provoca que aquests hagin de satisfer unes aspiracions per a les quals no havien estat pensats, però també que n'introdueixin de noves. Heus aquí una causa fonamental de la complexitat del concepte, que augmenta amb la diversificació de les interfícies, que no són altra cosa que diferents solucions a la problemàtica inicial.

Per aquest motiu, la present secció supera l'aportació de treballs anteriors (Pujol, 2002a), ja que demostra que gràfics i perifèrics només són un aspecte concret del desenvolupament tecnològic de la RV, provocat per la introducció dels ordinadors i la necessitat d'afegir-hi complements que simulin la interacció directa amb la realitat, un procés que abans es realitzava mecànicament. Tanmateix, en la bibliografia consultada, constitueix la història convencional de la RV –possiblement perquè és el vessant més espectacular– i això ha acabat provocant que esdevingui la definició més habitual de RV. Tenint en compte que el paquet bibliogràfic consultat per la tesi és més antic que el de la tesina, es confirmaria el fet que la dicotomia tecnologia / aplicacions no ha variat amb els anys. En qualsevol cas, la concepció tecnològica –que jo vaig incloure en la meua primera recerca– no era errònia sinó parcial, perquè només n'agafava un aspecte concret, tant pel que fa als usos com pel que fa a l'evolució estrictament tecnològica, que només tenia en compte les interfícies computacionals i no permetia entendre les raons del seu origen ni de la seva diversitat. A aquesta primera font de complexitat cal afegir-hi el fet que la tecnologia és més que una interfície externa de simulació, és una eina comunicativa o de transmissió de coneixement, objectiu que també influeix en la construcció del *hardware* i en els usos de la tecnologia. Per tant, el vessant comunicatiu contribueix a la comprensió del concepte de RV i, sobretot, permet superar les limitacions d'una visió exclusivament tecnològica. Per aquest motiu i per d'altres que veurem a la secció següent –i, sobretot, al segon volum de la tesi–, jo he situat la comunicació com a marc teòric i metodològic principal del present treball de recerca.

I.4.7.3. Comunicació: definicions i desenvolupament del procés

I.4.7.3.1. Introducció

Aquest capítol estava dedicat a la concepció de la RV com a mitjà de comunicació. Per això, abans d'analitzar de quina manera aconsegueix o modifica el procés de comunicació definit tradicionalment, hem parlat de l'evolució tecnològica que ha portat a la creació de diferents tipus d'interfícies, ja que aquestes constitueixen diferents formes de comunicació, sense les quals no seria possible comprendre el procés en sentit global.

Molts autors i autores descriuen la RV com a mitjà de comunicació. En el llenguatge informàtic, mitjà de comunicació és sinònim d'interfície. Com ja vàiem al final de la “Crítica a la definició tecnològica de la RV”, una interfície és un nexa de connexió entre dos elements que “parlen” llenguatges diferents, per exemple, la pantalla permet que la persona visualitzi el resultat dels càlculs de l'ordinador i el teclat o, més recentment, el mouse serveixen perquè la màquina “entengui” què volem que faci. Tant des del punt de vista estrictament tecnològic com del conceptual, la RV es pot considerar una interfície perquè estableix un entorn tridimensional que conté coneixement i disposa d'un seguit de perifèrics que permeten accedir-hi o generar-lo d'una manera concreta: simulant la nostra interacció natural amb el món físic. Això hauria de comportar, *a priori*, un

avantatge respecte d'altres mitjans perquè és menys abstracta i més dinàmica i, per tant, reflecteix o s'adequa al nostre funcionament real. Per altra banda, tot i que la RV posseeix un potencial científic de primer ordre, el seu ús més estès o més conegut actualment està relacionat amb les aplicacions comunicatives dirigides al gran públic, per exemple, la difusió del Patrimoni o l'entreteniment, per tant, exerceix una funció comunicativa també en un segon nivell.

La RV també és descrita com a mitjà de comunicació i, més concretament, com a protagonista del proper estadi de desenvolupament en la història dels mitjans de comunicació. Si tenim en compte l'ambició subjacent als mitjans de comunicació propis de la societat industrialitzada, podem considerar que, efectivament, la RV s'hi pot incloure perquè aconsegueix plenament l'objectiu de transcendir l'espai –i el temps– (Biocca i Levy, 1995b: 23) perquè, com qualsevol mitjà de comunicació, crea un entorn virtual on s'intercanvia informació (Steuer, 1995: 39). Tanmateix, jo voldria matisar aquesta afirmació perquè no crec que aquest paper protagonista correspongui a la RV sinó al Ciberespai. En qualsevol entorn comunicatiu hi ha un mitjà predominant, que conforma la manera com ens comuniquem i concebem el món (Biocca i Levy, 1995a: 128). El segle XIX va estar marcat pel sorgiment de les comunicacions a distància –el telègraf, el diari– i el XX va veure el predomini successiu de la ràdio i la televisió i, paral·lelament, del telèfon. Si, com sembla, la tendència general ha estat la creació d'interfícies que transmeten informació a més canals sensorials i cada com amb major realisme, es pot afirmar que el Ciberespai en general està cridat a esdevenir –i ja comencen a evidenciar-se els símptomes– el proper mitjà de comunicació dominant. I és el Ciberespai i no la RV perquè només aquell es pot considerar una “interfície general de comunicació”. Biocca i Levy defineixen aquest concepte de la següent manera (Biocca i Levy, 1995a: 128):

“By general communication interface we mean an interface used for interpersonal telecommunication, information retrieval and information creation –a convergence of the telephone, television, and personal computer– the long-awaited metamedium.”

Com ja hem vist a la secció en què definia els diferents elements que constitueixen les TIC, hi ha una certa propensió a confondre la RV i el Ciberespai. Quan Jonathan Steuer inclou la RV dins els mitjans de comunicació en virtut del fet que aquests creen un espai “virtual” està generant una confusió en aquest sentit. Ell entén “virtual” com a sinònim de no físic, deslocalitzat, i, per tant, la RV s'hi pot incloure perquè, a més, conté explícitament el terme “virtual”. Però un sistema de RV només és una reconstrucció tridimensional interactiva d'un entorn o objecte; per tant, si també posseeix la capacitat de posar en contacte dues persones –com en el cas de les *MOO*– ja no estarem parlant de RV en sentit estricte, sinó d'un exemple particular de Ciberespai en què la comunicació s'estableix mitjançant un entorn tridimensional simulat. La RV entesa en el sentit més restrictiu, estableix un entorn virtual de comunicació no pas entre persones sinó entre aquestes i el coneixement potencial que conté.

La RV no és el mitjà dominant però igualment es pot incloure dins un estadi diferent en l'evolució dels mitjans de comunicació, el darrer, el de les TIC, perquè genera un procés contrari al que havia definit Marshall McLuhan per als mitjans de comunicació propis del ple s. XX. Com ja vàiem quan reflexionava sobre la influència de l'ordinador en la nostra concepció del món –a l'apartat “El processador pot ser més fort que la ploma”–, McLuhan considerava que els sentits eren el nostre primer mitjà, el més

natural, de comunicació amb el món, i la televisió, la ràdio o el telèfon representaven una extensió dels sentits. L'adveniment de la societat de les TIC està caracteritzat per pas de la "tele-visió" a la "tele-presència" (Biocca i Levy, 1995b: 20), és a dir, que no ens estem en un lloc i una determinada informació arriba fins a nosaltres, sinó que és ben bé al contrari, nosaltres travessem l'espai i/o el temps per accedir a qualsevol informació o, fins i tot, entorn natural. Com és possible? Doncs perquè la comunicació està migrant de l'espai físic cap el virtual. Els primers mitjans de comunicació, desenvolupats al s. XIX tenien com a objectiu transportar la màxima quantitat d'informació a través de distàncies cada cop majors –d'aquí deriva la teoria matemàtica de la comunicació de Shannon, que més endavant veurem. Però, actualment s'ha produït una diversificació dels sistemes, que presenten diferències de tipus qualitatiu –més que no pas quantitatiu–, respecte dels anteriors. Les TIC no han canviat tant els continguts –de moment– com la forma, és a dir, els sistemes simbòlics utilitzats per presentar la informació i les formes de representació que les persones utilitzen per extreure significats d'un medi particular (Calvert, 2002: 3). Concretament, la comunicació ha deixat de ser lineal i unidireccional i ha esdevingut una xarxa d'interconnexions permanent en què la totalitat supera amb escreix la suma de les parts: hem creat un món nou, contingut en el físic o, segons com es miri, superposat a ell. I la nostra versió del "món 3" de Karl Popper està dotada de característiques determinades per la confluència de tres sistemes de comunicació successius en el temps:

- El personal: la comunicació immediata entre dues persones es pot integrar als ordinadors gràcies als programes en línia de missatgeria instantània, que inclouen tres funcions diferents: l'escriptura instantània, la telefonia i la visió a través de *webcam*.
- Les telecomunicacions: la concepció de la xarxa deriva de les telecomunicacions, que consisteixen en la comunicació a distància sense fils, a través d'ones electromagnètiques, etc. La idea subjacent a la ràdio o la televisió es troba a la base de la *WWW* però ara s'ha invertit la direcció: en lloc de ser nosaltres l'element ubicat, ho són les informacions. El cas més evident és el dels telèfons mòbils de darrera generació, que poden accedir a Internet i també, naturalment, conversar –ara, veient l'altra persona– i enviar missatges instantanis des de qualsevol punt del planeta.
- Les computadores: com ja hem vist són capaces de contenir totes aquestes funcions perquè les tradueixen al codi binari per tal de ser computat. D'aquesta manera esdevenen un centre comunicatiu, un node en la xarxa mundial que, a més, representa les accions comunicatives sota un format eminentment visual.

La RV també es caracteritza per aquesta evolució cap a la telepresència, però des d'un punt de partida diferent: la RV permet el pas de la presència –que es podria definir com la percepció natural d'un entorn i involucra les informacions que ell envia i els nostres sentits– a la telepresència –que es refereix a la percepció mediatitzada d'un entorn, que pot ser real o simulat, i involucra la tecnologia com a nova variable (Steuer, 1995: 36). És evident que aquesta funció també l'acompleixen altres mitjans de comunicació, com per exemple la televisió, que mostra imatges d'altres països, o el telèfon, que ens permet sentir una persona que no es troba amb nosaltres. Però la informació sensorial que proporcionen és parcial –la vista, el so– i poc natural, perquè la interfície de comunicació es fa molt present i no posseeix cap semblança amb

l'emissor/a real. L'avantatge de la RV, com també afirmen altres autors (Calvert, 2002: 4; Steuer, 1995: 41), és que posseeix dues característiques pròpies que superen els mitjans anteriors: és realista i és interactiva, amb la qual cosa, des del punt de vista de l'usuari/ària, la telepresència s'apropa a la presència perquè es naturalitza la comunicació. Val a dir que, tot i que sempre hi ha diferències individuals en la percepció que cal tenir en compte a l'hora de construir els dispositius, la telepresència depèn gairebé exclusivament de la tecnologia¹²⁹ perquè ambdues variables es refereixen a la capacitat de representació del sistema, descriuen la capacitat d'acomplir el seu objectiu: simular el món. Les recerques sobre interfícies que s'han dut a terme des dels anys 60 han permès reunir cada cop més sentits i passar de l'ús d'un únic codi simbòlic –visual o auditiu– a la integració en l'audiovisual –del *WoW*– i ara el tàctil, cinètic i olfatiu –RVI, cintes caminadores, braços de retorn tàctil i *Datagloves*, etc. (Calvert, 2002: 4). És, precisament, el que s'anomena “multimèdia”. En conclusió, i per tancar la reflexió que havia començat amb McLuhan, el que distingeix especialment la RV és, com també opinen Biocca i Levy (Biocca i Levy, 1995b: 17), que els sentits ja no s'expandeixen sinó que són envoltats pel mitjà de comunicació.

Això fa que ens plantejem de quina manera la RV en particular afecta la comunicació i, molt especialment, la construcció de significats. Encara no se sap ben bé com serà aquest procés perquè la “revolució” no s'ha acabat i encara participa molt de la tradició comunicativa anterior, però en qualsevol cas es poden començar a plantejar anàlisis i reflexions que superin l'interès pel fet purament tecnològic que acostuma a caracteritzar els primers moments d'aparició d'un nou medi (Biocca i Levy, 1995b: 18) i es dirigeixin a la base “psicosemiòtica” de la RV.

1.4.7.3.2. El procés de comunicació

Les preguntes inicials des de la perspectiva comunicativa són les següents: com es produeix la comunicació a través de la RV? Permet transmetre més informació o millor que un altre medi? Abans de respondre en profunditat a aquestes qüestions, caldria definir alguns conceptes bàsics, perquè la seva accepció concreta depèn del marc teòric i això condiciona la reflexió i la resposta final.

Definició dels conceptes bàsics: informació i comunicació

Comencem pel concepte d'informació ja que és fonamental per entendre la comunicació. Segons Benjamin Woolley (Woolley, 1994: 57), a l'hora d'especificar què és la informació, ens trobem en una situació similar a la dels científics del s. XVIII quan s'enfrontaven a la definició de l'energia: sabem que es tracta d'un concepte important, que presenta manifestacions diverses, però no com parlar-ne de manera precisa. Això es fa evident si consultem la definició en una enciclopèdia o un diccionari, ja que proporcionen definicions sobre altres conceptes al voltant del terme però no hi ha una explicació precisa i clara sobre què és la informació. Per exemple, el Diccionari de la Llengua Catalana de l'Institut d'Estudis Catalans diu:

¹²⁹ Potser és per això que, com ja vèiem abans, s'ha posat tant d'èmfasi en l'aspecte superficial de la tecnologia: la interactivitat ha estat oblidada per la recerca sobre comunicació; i el realisme només interessa pels seus efectes sobre la capacitat dels processadors i l'acceptació comercial del públic (Steuer, 1995: 53).

Informació f. Acció d'informar o informar-se; l'efecte. / Notícia o notícies que hom tracta de saber // Forma més característica de la comunicació de massa.

Informar v. tr. Posar algú al corrent d'alguna cosa, donar-li'n notícia. / pron. Procurar-se notícies entorn d'algú o d'alguna cosa.

És evident que no hi ha una explicació precisa del concepte d'informació que, com a molt, remet principalment a l'àmbit periodístic i l'associa amb la idea de notícia. Però les dades que es troben dins un ordinador o en un llibre no són notícies, sinó informacions o coneixement, respectivament. El concepte d'informació és molt ampli i agafa connotacions diferents segons l'àmbit a què s'apliqui: en el periodisme o la comunicació d'esdeveniments nous s'identifica amb "notícia"; en el cas de les computadores, amb les dades emmagatzemades (tant en la forma numèrica com en la seva traducció a la pantalla); en el cas dels llibres, amb el coneixement, és a dir, una forma més reflexionada i menys "objectiva" que la informació. La comunicació, en canvi, engloba totes les definicions anteriors perquè aquí "informació" es refereix de manera genèrica al missatge que es transmet i, per tant, el contingut pot presentar qualsevol de les formes anteriors. Aquesta concepció específica prové de la teoria matemàtica de la comunicació de Shannon, segons la qual, "informació" designava qualsevol missatge comunicat, independentment del contingut (Woolley, 1994: 56). Recordem que, tal com vèiem en parlar de l'origen matemàtic de les computadores, l'abstracció del significat és una condició *sine qua non* del seu funcionament, i per això constitueix la base de les TIC: permet que les computadores exerceixin com a nodes comunicatius molt més complets aprofitant la seva capacitat de traducció bidireccional.

Si, en lloc de l'àmbit, tinguéssim en compte el contingut, la confusió seria major perquè la informació pot correspondre a paraules escrites o parlades, imatges, expressions facials, emocions, temperatures, textures... en fi, qualsevol cosa que ens aportï un coneixement (nou) a través dels sentits. Per això la informació es pot descriure en termes de la resposta a preguntes o de l'obtenció del coneixement necessari per resoldre un problema i, en qualsevol cas, s'oposa a la incertesa (David Ritchie, 1991: 3). Segons la teoria matemàtica de la comunicació, que Pierre Lévy esmenta (Lévy, 1995: 55),

"...une information est un événement qui provoque une réduction de l'incertitude au sujet d'un environnement donné."

Altres persones identifiquen la informació amb el nivell de detall, altres la distingeixen de les dades i de les eines estadístiques per mesurar-la (David Ritchie, 1991: 2). Però la major part de les vegades es refereix al procés que permet la seva transmissió i llavors ens remet als diferents elements que hi participen –el codi, el canal, l'àmbit...–, un sistema que va ser definit inicialment dins la perspectiva teòrica de la transmissió de senyals de Shannon. Així doncs, per acabar de comprendre el significat d'informació hem de parlar pròpiament de què és la comunicació. Per a aquest propòsit partirem de les definicions de Santiago Mallas i Julio Cabero, que proposa una concepció menys restrictiva que el primer. Diu Santiago Mallas (Mallas, 1979: 32):

*“Distinguiremos por **comunicación**¹³⁰ la transmisión de mensajes sujetos a un código, por ejemplo, lenguaje natural, escrito o hablado y significaciones comprensibles para las personas que intervienen en el hecho comunicativo (de ahí comunicar = hacer común).*

*Distinguiremos por **información**¹³¹ la transmisión de mensajes, bajo código y sin código previo, con significaciones comprensibles, al menos para alguna o algunas de las personas que intervienen en el proceso; pero sin que en el mismo haya seguridad de que la interpretación sea efectiva.”*

Així doncs, Mallas entén la informació no com a contingut d'un missatge, sinó com a procés de transmissió; però el distingeix de la comunicació pel fet que no hi ha acord en el codi ni seguretat de la interpretació efectiva del missatge per part del receptor/a. Per això considera que l'expressió “mitjans de comunicació de masses” no és correcta perquè, en realitat no es tracta de comunicació sinó d'informació (Mallas, 1979: 32): les persones no comparteixen el codi amb què l'aparell emissor envia senyals a les antenes receptors, ni hi ha seguretat que tothom miri un programa de televisió o interpreti adequadament l'espot publicitari d'un cotxe.

Crec que les TIC posen en evidència la insuficiència d'aquesta concepció: Mallas considera que dues persones parlant per telèfon són un exemple de comunicació (Mallas, 1979: 32), però hi ha hagut una fase del procés en què les paraules estaven codificades en un sistema que els/les interlocutors/res humans/nes no comprenien. Això es fa encara més palès en el cas de la missatgeria instantània, perquè la base de les frases escrites que jo intercanvio amb una altra persona a través d'Internet és un codi binari. Ens trobem davant d'un cas d'informació o de comunicació? És obvi que es tracta del segon. Per aquest motiu, podríem definir la informació, sempre tenint en compte que l'estem concebut des del punt de vista processual, com una transmissió unidireccional. Però també em pot informar directament una persona: jo només callo i escolto però estem compartint el codi i el medi i s'assegura la interpretació, amb la qual cosa ens trobem davant un exemple de comunicació. No hi ha contradicció: en realitat aquest exemple demostra que la comunicació és un procés general que pot estar format per moments exclusivament informatius, és a dir, unidireccionals. En definir la comunicació com a procés s'està afirmant que implica una referència dinàmica en què intervenen un seguit d'elements, que s'esdevé en el temps amb un principi, un desenvolupament i un resultat i que, per tant, comporta diferents moments temporals en els quals s'inscriuen funcions i accions diferents per ambdues parts (Cabero, 1999: 36).

Tanmateix, aquesta explicació segueix essent incompleta, perquè la informació també es refereix al contingut i no només al procés. En aquest cas podem invocar la concepció de Pierre Lévy que, naturalment, entén la informació com a virtualització d'un esdeveniment i, per tant, relacionada amb l'adquisició de (nous) coneixements. Aquesta relació entre fet i informació s'estableix perquè el primer es produeix en unes condicions espacials i temporals concretes –és actual– mentre que la informació sobre ell és virtual perquè apleix les tres condicions bàsiques: està deslligada d'un temps i un lloc específics, és pública i, sobretot, és heterogènia (Lévy, 1995: 55). Les notícies contenen un component de novetat que també es troba en altres definicions d'informació. Vegem què diu Julio Cabero –recollint les idees d'Umberto Eco i de Claude Shannon– al respecte (Cabero, 1999: 35):

¹³⁰ En cursiva al text original.

¹³¹ En cursiva al text original.

“Comunicación. Proceso que se desarrolla entre sujetos que disponen de algún tipo de convención y que mediante su utilización intercambian algo, indiferentemente de la situación espacio – temporal de cada uno de ellos.

Información. La medida de la libre elección de un mensaje. Una cantidad sumada es a lo que se añade a lo que ya sé y se presenta como adquisición original.”

La definició de comunicació de Julio Cabero comparteix amb la de Santiago Mallas la idea d’intercanvi convencional entre dues persones, tot i que les TIC han fet aparèixer la noció de comunicació entre persona i màquina. Aquesta novetat eixampla el ventall d’elements receptors però no modifica la condició bàsica: han de compartir el codi i és precisament per aquest motiu que l’ordinador posseeix interfícies cada cop més adaptades a les característiques humanes.

Però el que realment m’interessa és la seva definició d’informació. La noció de comunicació que acabem d’analitzar implica quatre factors definidors bàsics: procés, convenció, distància espàcio - temporal i intercanvi. Aquest darrer factor és important per la reflexió que ens ocupa ja que exigeix la participació d’alguna cosa a intercanviar. Aquest és el paper acomplert per la informació, que esdevé la “matèria bàsica” del procés de comunicació (Cabero, 1999: 37). En un acte de comunicació, l’emissor/a posa en funcionament tots els recursos comunicatius de què disposa per aconseguir que el/la receptor/a “adquireixi” el contingut del seu missatge (Cabero, 1999: 38). En aquest context, adquirir significa processar dades noves i integrar-les (o no) al nostre sistema cognitiu a través de la memòria. En el moment que el missatge captat pels nostres sentits arriba al cervell, aquest el descompon en unitats bàsiques i el compara a les que ja tenia emmagatzemades. Les unitats que no tenen parella ompliran els buits corresponents formant estructures cada cop més integrades. Tal explicació introdueix la noció de quantificació o de mesura de la informació. Alguns autors, com a exemple dels quals Julio Cabero cita Umberto Eco (Cabero, 1999: 37), han associat la quantitat d’informació amb la novetat, amb la probabilitat que aquella dada no fos present a la nostra memòria o fos poc esperada (Cabero, 1999: 38). Però jo considero que aquesta és una mesura diferent i independent de la veritable quantificació: una cosa és la descomposició del missatge en unitats informatives bàsiques i l’altra, secundària, posterior, és que ja les coneguéssim. Per exemple, si jo li dic a la meva mare que el meu sofà és blau, segons aquesta concepció no hi hauria cap informació perquè ella ja ho sabia, però estarem d’acord que hi havia una informació perquè el missatge representava un coneixement concret d’una part del món. Per tant, seria més correcte introduir un adjectiu –“nova”– amb la qual cosa distingiríem entre el vessant quantitatiu d’un missatge i el vessant qualitatiu de les informacions que el formen.

Finalment, passem a ocupar-nos exclusivament de la definició de comunicació. L’etimologia del terme ens porta –com ja vèiem al final de la definició de Mallas– a l’arrel “comú-”, que té a veure amb fer que alguna cosa –el missatge, la informació– sigui compartida per dues o més persones o sistemes, entre els quals s’estableix, per aquest fet, un vincle que els uneix. Així doncs, la comunicació implica en primer lloc, la codificació i transmissió d’un missatge. Però, perquè l’acció sigui complerta, de l’altra banda s’ha de produir una percepció i interpretació. Això implica que entre emissor/a i receptor/a han d’existir unes relacions prèvies perquè un/a apliqui i l’altre/a reconegui el codi. En conclusió, la comunicació es defineix pels elements que la formen i les relacions que s’estableixen entre ells. Tanmateix, com que tot això va ser definit

inicialment dins el marc de la teoria matemàtica de la informació i aquesta constitueix el punt de partida de la meua reflexió sobre les novetats que hi aporta la RV, deixaré aquesta part de la definició per l'apartat següent.

Aquí només esmentaré, ja per acabar, l'excessiva influència que l'aportació de Shannon i Weaver ha tingut en la construcció d'una teoria general de la informació. Sense voler disminuir la importància científica dels seus treballs, m'uneixo a la crítica d'alguns autors i autores, no pas a la teoria matemàtica en si, sinó a l'ús posterior que se n'ha fet, ja que s'ha aplicat directament a la comunicació humana, sense tenir en compte les diferències que hi pugui haver entre les persones i les màquines. Aquesta advertència esdevé especialment rellevant en el context de les TIC, ja que la omnipresència de la tecnologia com a mitjancera de la comunicació a diversos nivells ens pot fer caure en el mateix error. Per això deixaré de banda la concepció estrictament matemàtica de la RV –com a canal de transmissió de senyals– i l'analitzaré des del punt de vista de la comunicació humana ja que, en el fons, aquest és el nivell determinant. I més en el cas del present treball de recerca, que s'interessa per l'aportació científica i pedagògica de la RV.

La RV transforma el procés de comunicació

El vessant quantitatiu de la informació és el que va fonamentar la teoria matemàtica de la comunicació de Claude E. Shannon (1916-2001). Els seus estudis es basaven en dos àmbits de recerca diferents, la física estadística i la cibernètica, i estaven orientats al disseny de solucions tecnològiques per optimitzar la comunicació (Cabero, 1999: 43). Shannon estava particularment interessat en la relació entre tres factors –la codificació dels missatges, la presència d'interferències i la capacitat d'un canal– i, per aquest motiu, el significat dels missatges era irrellevant; el que importava era la descripció estadística dels missatges típics produïts pel codi (David Ritchie, 1991: 5). La innovació de Shannon va consistir en aplicar a la comunicació el concepte d'entropia de la termodinàmica. L'entropia calcula la probabilitat que en un moment concret un element es trobi en un lloc i, per tant, constitueix una mesura del desordre (Cabero, 1999: 45). Com més atzarosa és la distribució, més augmenta l'entropia; en canvi, disminueix amb l'organització i l'estructura, perquè forcen l'aparició d'un element en un determinat lloc i, per tant, augmenta la probabilitat que s'hi trobi (David Ritchie, 1991: 5). Precisament això és el que es mesura en el cas de la comunicació, ja que perquè el missatge sigui vàlid o significatiu cal necessàriament que els seus elements estiguin disposats en un ordre més o menys estricte, depenent del codi i el canal de comunicació.

La teoria de Shannon va contribuir de dues maneres transcendents a la comprensió de la representació, transmissió i manipulació de la informació per part dels sistemes (David Ritchie, 1991: 6): en primer lloc, va mostrar de quina manera les relacions en la lògica abstracta es poden expressar mitjançant sèries de connexions binàries, la qual cosa obre les portes a l'aplicació de les computadores; en segon lloc, va deduir una fórmula per quantificar el nombre mínim de connexions binàries necessàries per identificar un element en qualsevol conjunt amb una distribució coneguda, la qual cosa permet resoldre problemes crucials en criptografia i disseny de circuits elèctrics. Els treballs de Shannon van tenir una gran difusió fora de l'àmbit estrictament matemàtic, per exemple en Economia, Biologia, Psicologia, etc., que van adoptar el concepte d'entropia com a mesura de la informació i van anar formant un cos teòric al voltant del

concepte. Això va acabar transformant la teoria de la transmissió de senyals original en una “teoria de la informació” (David Ritchie, 1991: 7).

L’extensió de la teoria de la informació a l’àmbit de les Ciències Socials va ser deguda a Warren Weaver (1894-1978), que creia que els conceptes de Shannon es podien aplicar també al significat dels missatges perquè les restriccions establertes per ell es podien ignorar i, per tant, els teoremes eren aplicables més enllà dels problemes de transmissió de senyals (David Ritchie, 1991: 7). Des d’aquest moment, van sorgir gran quantitat de recerques dedicades a aplicar les idees de Shannon a la comunicació humana. Un dels àmbits més fructífers va ser la Cibernètica que, en intentar aplicar els conceptes de pertorbació, incertesa, redundància o informació com a metàfores del funcionament del cervell humà va arribar a dues conclusions molt importants. En primer lloc, que la transmissió de senyals només analitza una petita part –la més mecànica– de la totalitat del fenomen de la comunicació humana i que, per tant, calia adoptar un enfocament menys limitador (David Ritchie, 1991: 9). En segon lloc, i com a conseqüència de l’anterior, que l’entropia i la informació no són sinònims i, conseqüentment, que calia definir la informació en termes de la totalitat del procés i no només d’una part (David Ritchie, 1991: 10).

Quan Shannon va elaborar la teoria de la transmissió de senyals, no li interessava el significat sinó els principis que permetien rendibilitzar al màxim els canals, tant pel que fa a la capacitat com pel que fa a la precisió (Cabero, 1999: 37, 45). Per això és una teoria més adequada per l’Enginyeria que per les Ciències Socials. És evident per tothom que la comunicació humana és molt més complexa: no inclou únicament la transmissió física, sinó també unes dimensions social, cognitiva, afectiva, etc. Una de les teories de la comunicació desvinculades la matemàtica és la que van elaborar durant els anys 50 un grup de psiquiatres i antropòlegs del *Mental Research Institute* de Palo Alto, encapçalat per Gregory Bateson, i que pretenia crear una teoria de la comunicació que partís de zero (Cabero, 1999: 47). Per això van establir una sèrie d’axiomes que permetien generar un model pragmàtic de la comunicació:

- La comunicació és un procés social permanent que integra diferents tipus de comportament. Es considera permanent perquè no existeix res que no sigui conducta i aquesta transmet informació, que pot ser verbal i no verbal, i afecta la conducta de les altres persones (Cabero, 1999: 48). Per tant, la comunicació no necessita una voluntat emissora ni receptora perquè es produeixi.
- En qualsevol acte de comunicació hi ha aspectes denotatius i aspectes connotatius. Els primers es refereixen a la transmissió de les dades i els segons a la forma com s’han d’interpretar (Cabero, 1999: 48).
- La comunicació és indissociable del context ja que les accions que duen a terme els subjectes que es comuniquen, són causa de les seves respostes, però també conseqüència de les circumstàncies imposades pel medi (Cabero, 1999: 48).

Tot i que el model pragmàtic Watzlawick [(Watzlawick, 1976) citat a (Cabero, 1999: 47-49)] és més adequat per la comunicació humana, la teoria de Shannon va proporcionar un esquema general del funcionament de la comunicació i dels elements que hi participen que ens serveix de base per analitzar el procés de comunicació en el cas de la RV, sobretot tenint en compte que, com que es tracta d’una TIC, participa de

les dues teories, la tecnològica i la social. Comencem partint de la teoria de la comunicació tal com la va formular Shannon i això ens portarà lògicament a l'altra via d'aproximació.

Quan l'entropia s'expressa en logaritmes de base dos, informa sobre el nombre de bits que es poden enviar per segon. Per altra banda, la teoria també s'ocupa de la capacitat d'un sistema de transportar correctament la informació. Tot això es pot aplicar a la RV a dos nivells: el primer és el del funcionament intern de la màquina, que no abordaré aquí perquè queda fora dels objectius de la meva recerca; el segon nivell correspon a la comunicació entre la persona i la màquina a través de les interfícies. En aquest cas, el problema que sorgeix és com mesurar-ho i constitueix, precisament, l'objectiu central d'aquesta tesi. La mesura de la fiabilitat comunicativa de la RV es pot realitzar a dos nivells: la màquina i la persona. La màquina ens remet al domini de la comunicació a través de les imatges i la representació iconogràfica i interactiva del coneixement. La base per resoldre aquesta qüestió prové de dos àmbits, la teoria de la comunicació audiovisual –que ha reflexionat llargament sobre els avantatges i inconvenients del llenguatge audiovisual– i la Psicologia cognitiva –per esbrinar si les imatges i, més particularment, la RV, s'adeqüen a la nostra forma de pensar. És el tema que abordaré en els capítols de “Percepció”, “Semiòtica de les imatges” i “Semiòtica de la RV”.

Pel que fa a la persona, tal com afirmen Nathaniel Durlach i Anne S. Mavor (Durlach i Mavor, 1995: 95), les qüestions relacionades amb la informació no es limiten al poder de resolució sinó que també depenen de factors relacionats amb la memòria i l'organització perceptiva –tema que tractaré al capítol de Percepció– i també amb l'aprenentatge –tema que ocuparà la segona secció de la Pragmàtica de la RV. Per tant, la transferència d'informació es pot definir com

“... the information gain resulting from the communication, which in turn can be defined as how much more the receiving system knows about the state of the transmitting system after the communication signal is received than before it is received” (Durlach i Mavor, 1995: 96).

Aquesta cita no només ens retorna a una de les definicions d'informació que havíem vist anteriorment, sinó que introdueix l'aprenentatge com a marc teòric i metodològic per mesurar si s'aprèn millor a través de la RV que amb d'altres sistemes, computacionals o no. Aquest serà el tema, com ja he dit, del capítol dedicat al vessant pragmàtic de la RV als museus. Per “mesurar” la capacitat de transmissió del sistema utilitzaré les avaluacions educatives i els estudis de públic realitzats anteriorment.

Tant en un com altre cas, l'anàlisi parteix de la mateixa hipòtesi de treball: la RV és un mitjà de comunicació idoni gràcies a les seves dues característiques principals, el realisme i la interactivitat, que descriuen i, sobretot, permeten mesurar, la capacitat de simulació del sistema. La intervenció d'aquests dos elements correspon al que Jonathan Steuer anomenava “telepresència” (Steuer, 1995) i que ja he comentat en introduir la present secció sobre comunicació. Recordem que aquest concepte superava la definició tecnològica de la RV i també transformava la forma de concebre la comunicació a través d'ella perquè posava l'èmfasi en la dimensió humana del sistema: en principi, la RV esdevé una de les millors interfícies d'aprehensió d'un entorn perquè, a diferència d'una televisió o un telèfon, el simula de manera realista des de la perspectiva perceptiva i del comportament. Això significa que, contràriament a la concepció més

habitual de les dues variables, no constitueixen la finalitat última de la RV sinó que són mitjans per aconseguir una millor comunicació. Aquesta afirmació parteix de la premissa que la comunicació serà més efectiva com més propera estigui formalment als processos que es produeixen en la nostra interacció amb el medi perquè es considera que els nostres sentits estan especialment adaptats a ell. Després veurem que això no és universalment vàlid.

Com es pot mesurar, des d'aquest punt de vista, la capacitat comunicativa de la RV? Per respondre a aquesta qüestió hem de definir els dos conceptes involucrats. El realisme és (Steuer, 1995: 42)

“the representational richness of a mediated environment as defined by its formal features”

i depèn de manera gairebé exclusiva de les característiques tècniques del mitjà. Hi ha dues maneres de caracteritzar-lo:

- Amplitud: es refereix al nombre de sentits als quals es dirigeix. A diferència dels mitjans anteriors, la RV involucra més d'un sentit i la seva ambició es acabar integrant-los tots (Steuer, 1995: 43), encara que es fa difícil perquè ja hem vist que les computadores reforcen la seva separació. Per altra banda, de vegades convé restringir la informació a un sol sentit perquè la atenció es concentri únicament en aquell tipus d'informació (Biocca i Levy, 1995a: 148).
- Profunditat: es refereix a la qualitat de la representació, normalment visual. Des del punt de vista de la teoria matemàtica de la comunicació, que no es podia deixar completament de banda, la profunditat mesura la quantitat de dades que circulen pel canal de transmissió. En el món real, aquesta qüestió es dona per suposada perquè els nostres sentits fan servir les seves capacitats al màxim (excepte en cas d'acomodació), però no és el cas de les reconstruccions virtuals, en què la quantitat d'informació depèn de les capacitats del processador, la memòria, la pantalla, etc. (Steuer, 1995: 44). I això encara és més evident si tenim en compte que, com veurem més endavant, la màquina no simula el món sinó la nostra percepció d'aquest.

La interactivitat és (Steuer, 1995: 46)

“the extent to which users can participate in modifying the form and content of a mediated environment in real time”

i depèn de l'estructura del mitjà. La interactivitat està determinada per tres factors:

- Velocitat: correspon a la rapidesa amb què el processador processa i respon adequadament a l'acció de l'usuari/ària (Steuer, 1995: 47).
- Varietat o rang: designa el nombre d'atributs de l'entorn simulat susceptibles de ser manipulats –objectes, escales espacials i temporals, etc. (Steuer, 1995: 48)
- Ergonomia: es refereix a la naturalitat de la comunicació, és a dir, al grau en què els controladors i les seves repercussions en el comportament de l'entorn virtual s'apropen a la nostra interacció habitual amb el món (Steuer, 1995: 48).

Contràriament al que pugui semblar i al que he afirmat anteriorment com a hipòtesi de partida, no sempre és bo que la interfície, real o virtual, sigui invisible, tot depèn de l'objectiu. Quan es tracta de simular la intervenció en el món físic i el seu comportament, sí que és desitjable; però quan es treballa amb coneixement simbòlic, com en el Multimèdia, l'anterior no té sentit i és més útil una bona metàfora de navegació. Aquí es troba el fonament de la distinció epistemològica i didàctica entre la RV pròpiament dita i el Multimèdia.

El realisme (R) i la immersivitat (i) estan lligats per una funció que podríem representar com a R(i) ja que, com més immersiva sigui una reconstrucció, més realista serà, encara que aquest, com acabem de veure, no és l'únic element que hi intervé. Per altra banda, això fa que no calgui buscar els valors màxims del realisme i la interactivitat ja que podrien interferir-se mútuament, com a conseqüència de les limitacions cognitives de les persones. Un exemple: els videojocs amb una alta demanda d'accions a gran velocitat deixen poc temps per pensar perquè tota la capacitat cognitiva del cervell està centrada en analitzar els estímuls i respondre-hi adequadament (Steuer, 1995: 52).

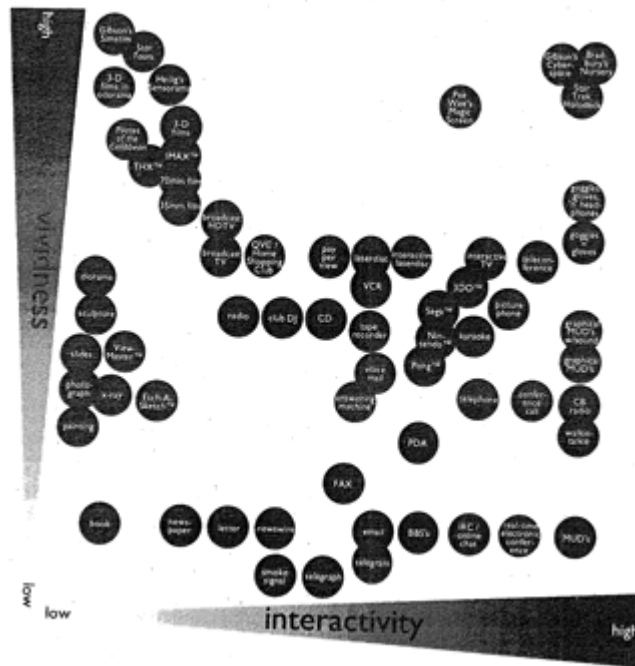


Figura 30: Classificació de diverses tecnologies de comunicació en funció de dos paràmetres: realisme i interactivitat.

L'avantatge d'aquest punt de vista és que no només permet avaluar la capacitat comunicativa de qualsevol mitjà de comunicació, sinó que estableix un marc de comparació entre ells. Tanmateix, caldrà demostrar que, efectivament, la naturalització de la comunicació comporta una millor adquisició de les informacions. D'això me n'ocuparé als capítols sobre percepció i aprenentatge.

La RV també modifica els esquemes tradicionals del procés d'aprenentatge però, abans de parlar-ne, retrocedim una mica per revisar les formes de comunicació que permet la RV i per a les quals pot adoptar diferents formes.

- **Interpersonal:** es produeix en els entorns compartits, que simulen un entorn real en què dues o més persones simplement conversen o cooperen en una tasca determinada. L'avantatge de la reconstrucció en el primer cas és que es poden simular codis que es perceben visualment i auditivament però que el telèfon i els mitjans escrits, respectivament, no poden integrar (Biocca i Levy, 1995a: 149, 151). Aquestes expressions, artefactes, etc. són difícils de capturar en temps real, per això es fan servir avatars, als quals es fan adoptar els gestos, postures, atuells personals, etc. que participen en la comunicació social (Biocca i Levy, 1995a: 152-153). És una mesura artificial i incompleta, però de moment satisfà les necessitats comunicatives actuals. Per altra banda, es poden eliminar els avatars i llavors les persones treballen des del món real, en una tasca que es pot representar gràficament.

- **Construcció de coneixement:** la RV es converteix en un entorn on es manipula coneixement, ja sigui perquè els objectes virtuals el representen com a metàfora de navegació –normalment associada a una base de dades– o perquè està contingut en el seu propi comportament i llavors funciona com a model científic. En aquest cas, la comunicació involucra només l'usuari/ària i la màquina.

- **Obtenció d'informació:** associada a una base de dades, la RV funciona com a interfície de navegació i recuperació de la informació. El seu avantatge prové del fet que es tracta d'una interfície molt ergonòmica perquè simula la nostra interacció amb el món real i, per tant, redueix l'abstracció de les informacions simbòliques. Si existeix una relació entre la forma i el contingut, direm que la RV actua com a metàfora del coneixement.

- **Col·lectiu expert / públic no expert:** representat per la transmissió coneixement, per exemple, al museu, on fa de mediadora. Els estudis demostren que com menys coneixement es posseeix sobre un tema, més disminueix la capacitat de comprensió i més necessària esdevé la intervenció d'eines que facilitin l'accés cognitiu a les dades (Asensio i Pol Méndez, 1997). Per això la RV pot aconseguir aquest paper, se suposa que de manera òptima perquè simula la nostra interacció natural amb el món. En aquest cas la comunicació involucra, en un primer nivell, l'usuari/ària i la màquina però, per sobre d'això, aquesta és un canal de comunicació des de la comunitat especialitzada en un tema cap el gran públic, mitjançant el qual la primera transmet uns coneixements. Per assolir aquest objectiu, la reconstrucció pot consistir en el mateix model que utilitzen els/les científics/ques i llavors posseeix un valor metodològic o bé aconsegueix la mateixa funció que, per exemple, un llibre, és a dir, que actua com a dipositori i transmissor d'un contingut que només hi manté una relació formal.

Excepte en la primera de les formes de comunicació, la interpersonal, que funciona segons les normes tradicionals dels sistemes de comunicació humana perquè hi intervien directament dues persones, la RV altera el procés de comunicació tal com s'havia definit fins ara, incloent-hi totes les modificacions suggerides per una llarga tradició investigadora. Comparem els dos esquemes següents:

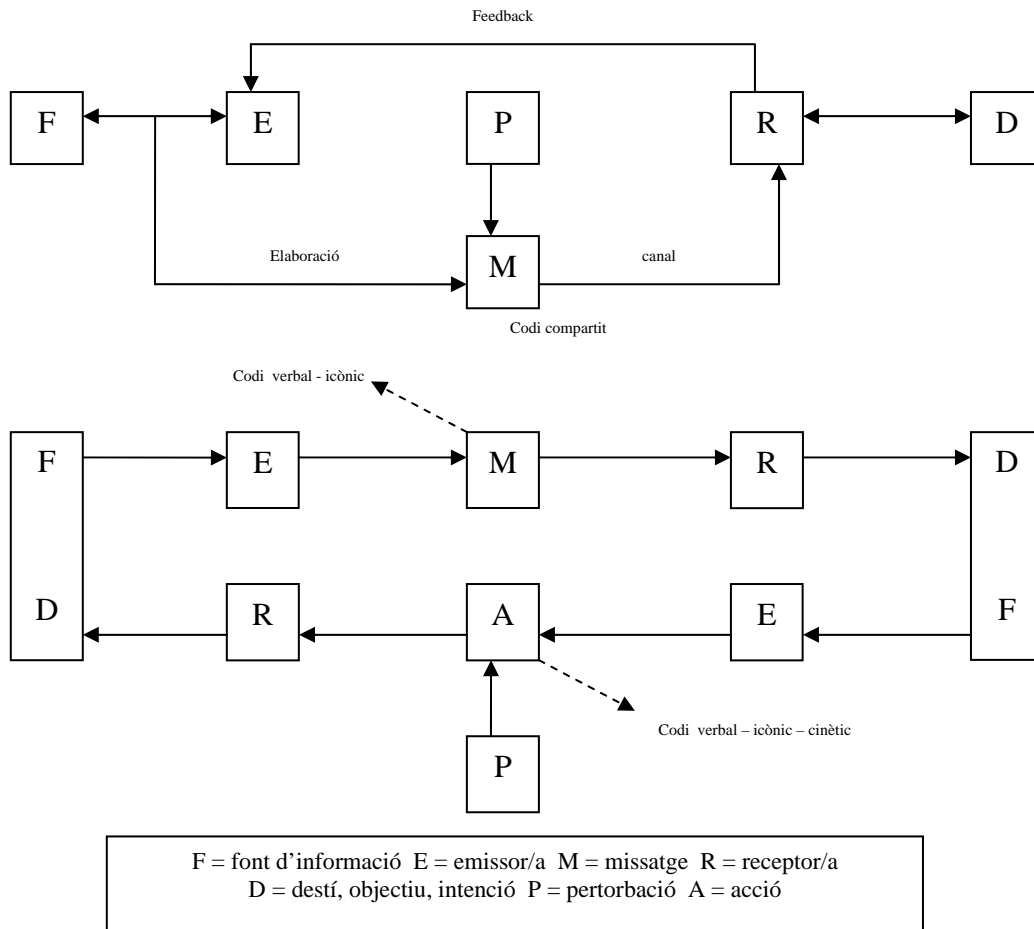


Figura 31: comparació entre els esquemes comunicatius “tradicional” i el que caracteritza la RV en sentit general.

El primer esquema és una adaptació del tradicional, que barreja el model més senzill de comunicació definit per Shannon i Weaver. El segon es basa en l'esquema que José Luis Rodríguez Diéguez proposa per la interacció (Rodríguez Diéguez, 1978: 22). La RV aconsegueix l'esquema tradicional però la retroalimentació esdevé l'element més important. Això té dues conseqüències transcendents: en primer lloc, cadascun dels/de les participants és alhora emissor/a i receptor/a; en segon lloc, capgira l'esquema perquè ara l'estímul del que tradicionalment era el/la receptor/a és essencial perquè es produeixi la comunicació, constitueix el seu motor. Edmon Couchot considera que aquest fet és tan important que ja no es pot parlar de comunicació sinó de “commutació”. Llegim-ho en les seves pròpies paraules (Couchot, 1989: 120):

“Le concept de communication s’applique très bien à l’économie des médias mais il n’est plus adapté à celle de l’interactivité: il faudrait parler dans ce cas de commutation. Dans la commutation, le sens ne préexiste pas à la circulation de l’information comme dans la communication, où il s’agit de faire passer ce sens, sans l’altérer, de l’émetteur au récepteur, mais il se crée par commutation (branchement directe et immédiat –sans médiation, donc– permettant l’aller et retour au cours de la conversation entre le sujet interacteur et la machine.”

El concepte de “commutació” ressalta l'alternança de la comunicació i, com a conseqüència, el fet que tots dos elements poden ser emissors i receptors en un procés

de vaivé. Per aquest motiu, no hi ha un missatge elaborat prèviament que després es transmet, sinó que es genera durant la interacció. La forma de l'esquema de la interactivitat és circular en lloc de lineal per reflectir la veritable naturalesa del procés de comunicació. Per començar, perquè no és totalment exacte que el missatge no existeixi prèviament: la reconstrucció virtual s'ha dissenyat per accomplir una funció comunicativa i per tant és anterior al procés. Per altra banda, la comunicació s'inicia amb l'observació per part de la persona, que llavors decideix emprendre una acció que desencadena el procés. Finalment, es tracta d'un procés circular, que només s'atura quan l'usuari/ària decideix no realitzar cap més acció.

Una altra particularitat de la RV és el codi. Podem definir "codi" com el conjunt de coneixements que tenen en comú l'emissor/a i el/la receptor/a sobre el missatge –a més de la simple enunciació dels signes del repertori– abans d'iniciar la comunicació [(Moles, 1975: 110) citat a (Cabero, 1999: 47)]. Mentre que la comunicació interpersonal, que també és interactiva, acostuma a utilitzar el llenguatge verbal, la RV se serveix de dos codis, sense comptar el binari i el de programació: el de les imatges i el de la interfície. Aquí es troba un dels elements que poden minvar el suposat avantatge de la RV ja que, si bé el llenguatge icònic és menys abstracte que el verbal i l'aprenem inconscientment des que naixem a través de la nostra interacció amb la realitat, el de la interfície acostuma a ser audiovisual i cinètic i presenta diferents graus de naturalització –dependent del sentit i del sistema de RV–, per la qual cosa cal aprendre'l abans de poder establir una comunicació efectiva amb la màquina.

1.4.8. Conclusions

La RV és complexa perquè es troba a la cruïlla de diferents línies evolutives en el si de la societat occidental: les Matemàtiques i les computadores, la Filosofia, la representació gràfica –art pictòric i modelització científica– i les comunicacions. Per aquest motiu, el concepte de RV no és unívoc ni en la teoria ni en l'aplicació, que també depèn de la disciplina d'origen. Això demostra que la RV no és un fi –que normalment té a veure amb la tecnologia– sinó una eina, un mitjà per satisfer un objectiu científic o comunicatiu. Un exemple: la diferència entre l'ús de la RV en Arqueologia o l'Art i l'ús en les Ciència experimentals. Mentre que els segons la consideren un model, pels primers és una il·lustració. Només hi ha algunes excepcions que, precisament, coincideixen amb els autors que han elaborat una teoria de la RV. Per exemple, com que Joan Anton Barceló considera que l'Arqueologia és científica –i està construint la teoria de la disciplina en aquest sentit–, agafa la concepció de la RV com a model. I on la pot aplicar? No pas a la dinàmica del passat perquè no té una modelització visual –sinó, com ja hem vist anteriorment, més propera a la intel·ligència artificial– sinó a l'element espacial – visual de l'Arqueologia, que és la representació, la simulació espacial.

Per tant, no em decantaré en aquesta conclusió per una accepció concreta perquè crec que això seria limitador. És més interessant haver concretat bé cada tipus i les seves funcions de manera que es pugui agafar un o altre segons els objectius. Això comporta un desavantatge: el discurs posterior pot ser ambigu, especialment a l'hora d'establir els diversos fonaments teòrics de l'ús al museu perquè la seva aplicació inclou versions sensiblement diferents. Aquí rau l'inconvenient i l'avantatge d'un concepte complex: permet major flexibilitat però també fa més complexa la tasca de teoritzar. Per aquest motiu, calia trobar un àmbit que permetés integrar totes les concepcions en un marc

teòric i metodològic adequat. Com ja he començat a justificar en el darrer capítol d'aquest primer volum i com exposaré en el següent, aquest paper correspon a la perspectiva semiòtica derivada de la comunicació.

1.5. Bibliografia

A.A.D.D. (2002a). Installation details. Forward projected shadow detection systems. Mine Control. Internet: http://www.mine-control.com/installation_details.html. (15-7-2004).

A.A.D.D. (2002b). The Virtual Reality Responsive Workbench. Information Technology Division, U.S. Navy. Internet: <http://www.ait.nrl.navy.mil/vrlab/projects/Workbench.html>. (15-7-2004).

A.A.D.D. (2003). Enciclopedia Encarta. Microsoft Corporation. Enciclopèdia Multimèdia.

A.D. (2000). Diccionario de conceptos. Gaiasur. Internet: <http://fractal.gaiasur.com.ar/gaiasur/conceptos.html>. (12-9-2002).

Addyman, P. V. (1994). Reconstruction as interpretation. The example of the Jorvik Viking Centre, York. The politics of the past. Gathercole, P. i Lowenthal, D. Londres, Routledge: 257-264.

Ait Kaci, Y. (2003). Architecture du contenu interactif: du DVD-ROM du louvre à la visite d'un musée hybride. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Ait Kaci, Y. i Mestaoui, N. (2003). La Réalité Hybride: installation interactive [V-MED 2.0] et architecture du centre culturel français de Palerme et de Sicile. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Alcalde, G. (1992). La difusió de l'Arqueologia mitjançant els museus arqueològics. Avaluació dels visitants dels museus arqueològics de Catalunya i anàlisi dels conceptes que aquests museus transmeten al públic. Tesis doctoral. Geografia, Història i Història de l'Art, Universitat de Girona. Girona.

Allen, P. M. (1982). The genesis of structure in social systems: the paradigm of self-organization. Theory and explanation in Archaeology. The Southampton conference. Renfrew, C., Rowlands, M. i Seafraves, B. A. Nova York, Academic Press: 347-376.

Almeida, L. i Diogo, A. (2000). General Case Studies in Augmented and Virtual Reality. Prospects of Augmented Reality in European Cultural Heritage Sites. Roussou, M. Peania, Intracom, S.A.: 39-43.

Ardener, S. (1993). Ground Rules and Social Maps for Women: An Introduction. Women and Space. Ground Rules and Social Maps. Ardener, S. Oxford, Berg Publishers: 1-31.

Arnheim, R. (1987). Arte y percepción visual. Psicología de la visión creadora. Buenos Aires, Editorial universitaria de Buenos Aires.

Artin, G. (1998). "El Líban: arqueologia de la guerra i de la pau." Cota Zero 14: 105-112.

Asensio, M. (1993). "Secuenciación del aprendizaje del conocimiento histórico." Aula 10(gener): 15-22.

Asensio, M., Carretero, M., *et al.* (1986). "La comprensión de la Historia. Pensamiento relativista." Cuadernos de Pedagogía 133: 24-27.

Asensio, M., García Blanco, A., *et al.* (1993). "Evaluación cognitiva de la exposición "Los Bronces Romanos en España": dimensiones ambientales, comunicativas y comprensivas." Boletín de ANABAD 43(3-4): 215-255.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1996). Cuando la mente va al museo: un enfoque cognitivo-receptivo de los estudios de público. IX Jornadas estatales DEAC-Museos: La exposición. Jaén, Diputación provincial: 83-133.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1997). "Objetos por el amor inanimados: de la contemplación al entendimiento." AMBAR. Revista de la Asociación de Amigos del Museo de Bellas Artes de Vitoria 6: 26-41.

Ashworth, G. J. (1995). Heritage, Tourism and Europe: a European Future for a European Past? Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 69-84.

Barceló, J. A. (1995). Arqueología Automática: la utilización de técnicas de Inteligencia Artificial en Arqueología teórica. Bellaterra, UAB.

Barceló, J. A. (1998a). "Arqueologia per a una emergència. Destrucció del passat, destrucció del present a Nicaragua." Cota Zero 14: 113-117.

Barceló, J. A. (1998b). "Verdader o fals? La necessitat de la filosofia en l'Arqueologia." Cota Zero 14: 30-40.

Barceló, J. A. (1999). De la "inutilitat" del passat a la "comoditat" del present. La rendibilitat de les ciències socials en el segle XXI. UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum1/barcelo/bar1_cat.htm. (25/1/2002).

Barceló, J. A. (2000). Visualizing what might be: an introduction to virtual reality techniques in Archaeology. Virtual reality in Archaeology. Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Barceló, J. A. (2001). "Virtual Reality for Archaeological Explanation. Beyond Picturesque Reconstruction." Archeologia e Calcolatori 12: 221-244.

Barceló, J. A. (2002). Archaeological thinking: between space and time. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 237-257.

Bardavio, T. i González Marcén, P. (2003). Objetos en el tiempo. Las fuentes materiales en la enseñanza de las Ciencias Sociales. Cuadernos de Formación del profesorado. Educación secundaria, 18. Barcelona, Editorial Horsori.

Barthes, R. (1957). Mythologies. Paris, Seuil.

Beier, K. P. (2001). Virtual Reality: A Short Introduction. Virtual Reality Laboratory, University of Michigan. internet: <http://www-vrl.umich.edu/intro/index.html>. (10-7-2002).

Belcher, M. (1991). Exhibitions in museums. Leicester, Leicester University Press.

Bender, B., Hamilton, S., *et al.* (1997). "Leskernick: Stone Worlds; Alternative Narratives; Nested Landscapes." Proceedings of the Prehistoric Society 63: 147-178.

Berlo, D. K. (1960). The process of communication. Londres, Holt, Rinehart & Winston.

Bettetini, G. (1995). Tecnología y comunicación. Las nuevas tecnologías de la comunicación. Bettetini, G. i Colombo, F. Barcelona, Paidós Ibérica.

Binford, L. (1962). "Archaeology as Anthropology." American Antiquity 28(2): 217-225.

Binford, L. (1987). Researching Ambiguity: Frames of Reference and Site Structure. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 449-513.

Biocca, F. i Levy, M. R. (1995a). Communication Applications of Virtual Reality. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 127-155.

Biocca, F. i Levy, M. R. (1995b). Virtual Reality as a communication system. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 15-31.

Bogdanovic, I. (1998). "L'Arqueologia a Sèrbia." Cota Zero 14: 100-104.

Boj, I. (2001). "La didáctica de la prehistoria como instrumento de transformación social." Iber 29: 19-26.

Borràs, L. (2003). eXistenZ, de David Cronenberg: ciberficcions per a la posthumanitat. *Digithum* (5). UOC: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/cat/borras0303/borras0303.html>.

Bradburne, J. M. (2002). Museums and their languages: is interactivity different for fine art as opposed to design? *Interactive Learning in Museums of Art and Design*. London.

Brantingham, P. J. i Kuhn, S. L. (2001). "Constraints on Levallois core technology: a mathematical model." *Journal of Archaeological Science* 28(2001): 747-761.

Brooks, F. P. (1999). "What's Real About Virtual Reality?" *IEEE Computer Graphics and Applications* 19(November/December): 16-27.

Bruner, J. (1960). *The Process of Knowing*. New York, Vintage Books.

Burdea, G. i Coiffet, P. (1993). *La Réalité Virtuelle*. Paris, Hermes.

Byrne, C. M. (1996). *Water on tap: the use of Virtual Reality as an educational tool*. Tesi doctoral. College of Education, University of Washington. Seattle: <http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne>.

Caballero, M., de Echano, J., *et al.* (1992). *Noesis. Historia de la Filosofía*. Barcelona, Edicions Vicens Vives.

Cabero, J., Ed. (1999). *Tecnología educativa. Didáctica y organización escolar*. Madrid, Editorial Síntesis.

Cadoz, C. (1995). *Las realidades virtuales. Una exposición para comprender, un ensayo para reflexionar*. Dominó. Madrid, Debate.

Callebaut, D. (2002). The Experiences of the Ename 974 Project with New Media: Where and How to do Virtual Reality and Interactivity Fit in? *Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000)*. Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 179-185.

Calvert, S. L. (2002). The social impact of Virtual Reality. Georgetown University. Internet: <http://vehand.eugr.ucf.edu/handbook/Chapters/chapter38.pdf>. (15-7-2004).

Cameron, D. (1968). "A viewpoint: the museum as a communications system and implications for museum education." *Curator* 11: 33-40.

Carandini, A. (1984). *Arqueología y cultura material*. Barcelona, Mitre.

Cardoso, C. F. S. (1981). *Introducción al trabajo de investigación histórica: conocimiento, método e historia*. Barcelona, Crítica.

Casey, V. (2003). The museum effect: gazing from object to performance in the contemporary cultural-history museum. *ICHIM03: Cultural institutions and digital technology*. Paris, Ecole du Louvre.

- Chadwick, J. (1980). El mundo micénico. Madrid, Alianza Universidad.
- Chalmers, A. (1987). ¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Madrid, Siglo XXI.
- Chalmers, A. i Debattista, K. (2005). Investigating the structural validity of virtual reconstructions of prehistoric maltese temples. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 107-112.
- Champion, E. (2005). Place, space and monkey brains: cognitive mapping in games and other media. DIGRA International Conference. Changing worlds: worlds in play. Vancouver, Digita Games Research Association.
- Chapman, J. (1998). "La destrucció d'un patrimoni comú: l'arqueologia de guerra a Croàcia, Bòsnia i Hercegovina." Cota Zero 14: 93-99.
- Cherry, J. F. i Renfrew, C., Eds. (1986). Peer polity interaction and socio-political change. Cambridge, Cambridge University Press.
- Childe, V. G. (1972). Introducción a la Arqueología. Barcelona, Ariel.
- Cleere, H. (1991). "L'herència arqueològica." L'avenç 145: 70-75.
- Coiffet, P. (1995). Mondes Imaginaires. Les arcanes de la réalité virtuelle. Paris, Hermès.
- Cooke, K. L. (1979). Mathematical approaches to culture change. Transformations: mathematical approaches to culture change. Renfrew, C. i Cooke, K. L. New York, Academic Press: 45-82.
- Costopoulos, A. (2002). Playful agents, inexorable process: elements of a coherent theory of iteration in anthropological simulation. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 259-265.
- Couchot, E. (1989). La synthèse du temps. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 117-122.
- Criado, F. (1996). "El futuro de la Arqueología. La Arqueología del futuro?" Trabajos de Prehistoria 53: 15-35.
- Criado, F. (2001). "Problems, functions and conditions of archaeological knowledge." Journal of Social Archaeology 11(1): 126-146.
- Crowther, D. (1989). Archaeology, Material Culture and Museums. Museum Studies in Material Culture. Pearce, S. M. Leicester, Leicester University Press: 35-46.

Csikszentmihályi, M. i Hermanson, K. (1995). "Intrinsic Motivation in Museums. What Makes Visitors Want to Learn." Museum News 74(3): 35-62.

Csikszentmihályi, M. i Robinson, R. E. (1990). The art of seeing: an interpretation of the aesthetic encounter. Malibu, California, The John Paul Getty Museum i The Getty Education Institute for the Arts.

Davallon, J. (1989). Peut-on parler d'une "langue" de l'exposition scientifique? Faire voir. Faire savoir. La muséologie scientifique au présent. Schiele, B. Québec, Musée de la Civilisation: 47-60.

Davallon, J. (1992). "Le musée, est-il vraiment un média?" Publics et Musées 2: 99-124.

David Ritchie, L. (1991). Information. Communication concepts, 2. Londres, Sage.

de Haan, G., Koutek, M., *et al.* (2004). Towards intuitive exploration tools for data visualization in VR. Delft University of Technology. pdf internet. (23-7-04).

de la Mota, I. H. (1988). Diccionario de la Comunicación. Madrid, Paraninfo.

de Varine, H. (1979). "Le musée peut tuer ou... faire vivre." Techniques et Architecture 326.

Deleuze, G. (1968). Différence et répétition. Paris, PUF.

Deloche, B. (2001). Le musée virtuel. Questions actuelles. Paris, Presses Universitaires de France.

Díaz-Andreu, M. (1998). "Identitats i el dret al passat. Del nou al vell món." Cota Zero 14: 41-52.

Djindjian, F. (2002). Pour une théorie générale de la connaissance en Archéologie. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 101-117.

Dodd, J. (1994). Whose museum is it anyway? Museum education and the community. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 303-305.

Dodge, M. i Kitchin, R. (2001). Mapping cyberspace. Londres, Routledge.

Domínguez, R. M., Fernández, A., *et al.* (1994). "Empresas de arqueología y arqueología urbana: investigación, negocio, profesión." Arqueología y territorio medieval 1.

Doran, J. E. (1994). Simulating prehistoric societies: why? And how?

- Dreyfus, H. (1979). What computers can't do: the limits of Artificial Intelligence. New York, Harper Colophon.
- Ducke, B. (2003). Archaeological Predictive Modelling in Intelligent Network Structures. The Digital Heritage of Archaeology. CAA2002. Doerr, M. i Sarris, A. Oxford, BAR International Series: 267-273.
- Duncan, C. i Wallach, A. (1978). "The universal survey museum." Art History 3(4): 448-469.
- Durand, F. (2002). An invitation to discuss computer depiction. Proceedings of the 2nd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 3-5 Juny 2002. Nova York, ACM Press: 111-124.
- Durlach, N. I. i Mavor, A. S. (1995). Virtual Reality. Scientific and technological challenges. Washington, D. C., National Academy Press.
- Echevarría, J. (2000). Un mundo virtual. El círculo cuadrado. Barcelona, Plaza & Janés.
- Eco, U. (1999). Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. Barcelona, Gedisa.
- Estany, A. (1990). Modelos de cambio científico. Filosofía. Barcelona, Crítica.
- Estany, A. (1993). Introducción a la filosofía de la Ciencia. Filosofía. Barcelona, Crítica.
- Esteve, R. (2001). "Nuevo segmento emergente de turismo: los parques temáticos." Cuadernos de Turismo 7: 35-54.
- Estévez, J. i Vila, A. (1995). Encuentros en los conchales fueguinos. Treballs d'Etnoarqueologia. Barcelona, UAB-CSIC. 1.
- Falk, J. H. i Dierking, L. D. (2000). Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning. Oxford, AltaMira Press.
- Fällman, D., Backman, A., *et al.* (1999). VR in education: an introduction to multisensory constructivist learning environments. Conference on University Pedagogy, Umea University: http://daniel.fallman.org/resources/papers/Fallman_VRIE.pdf.
- Farrington, O. S. i Taylor, N. K. (2004). Machine Learning applied to geo-archaeological soil data. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 456-458.
- Fattovich, R. (2003). From artifact to landscape: A theoretical approach to a simulated reconstruction of historical processes in ancient Ethiopia. The reconstruction of archaeological landscapes through digital technologies. Proceedings of the First Italy - USA Workshop (Boston, Nov 1-3 2001). Forte, M. i Addison, A. C. Oxford, BAR. 1151: 59-70.

Fernández, L. A. (1999). Museología y museografía. Cultura Artística, 16. Barcelona, Ediciones del Serbal.

Fernández Ruiz, J. A. i González Garrido, M. (2002). La representación gráfica del patrimonio desaparecido: el patio del cruceiro del alcázar de Sevilla. EGA 2002, La Coruña.

Fischler, M. A. i Firschein, O. (1987). Intelligence. The Eye, the Brain and the Computer. USA, Addison-Wesley.

Flannery, K. V. (1968). Archeological systems and Early Mesoamerica. Anthropological Archeology in the Americas. Meggers, B. J. Washington, Anthropological Society of Washington: 67-87.

Flon, E. (2002). Interpretation of Archaeological Remains through Virtual Reality: Perceptions of the Visitors. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 225-228.

Forte, M. (2000). About Virtual Archaeology: disorders, cognitive interactions and virtuality. Virtual Reality in Archaeology. Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Forte, M. (2004). "Realtà virtuale, beni culturali e cibernetica: un approccio ecosistemico."

Fritz, J. M. i Plog, F. T. (1970). "The nature of archaeological explanation." American Antiquity 35(4): 405-412.

Furness, T. A., Winn, W., *et al.* (1998). The impact of three dimensional immersive virtual environments on modern Pedagogy. Global change, VR and learning. Report of workshops held in May and June 1997 at the University of Loughborough, England. National Science Foundation. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-97-32>.

Galani, A. i Chalmers, M. (2003). Far away is close at hand: shared mixed reality museum experiences for local and remote museum companions. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Gallay, A. (2002). Maîtriser l'analogie ethonographique: espoirs et limites. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 79-100.

García Blanco, A. (1988). Didáctica del museo. El descubrimiento de los objetos. Proyecto didáctico Quirón. Madrid, Ediciones de la Torre.

- García Blanco, A. (1999). La exposición. Un medio de comunicación. Arte y Estética, 55. Madrid, Ediciones Akal.
- Gardin, J. C. (1990). The structure of archaeological theories. Mathematics and Information Science in Archaeology. A flexible framework. Voorrips, A. Bonn, Holos. 3: 7-28.
- Ginzburg, C. (1999). Indicios. Raíces de un paradigma de inferencias indiciales. Mitos, emblemas, indicios. Morfología e historia. Barcelona, Editorial Gedisa: 138-175.
- Gioseffi, D. (1980). Prospettiva e semiologia. La prospettiva rinascimentale: codificazioni e trasgressioni. Dalai Emiliani, M. Florència, Centro Di. I: 157.
- Glowczeski, B. (2003). La pensée en réseau dans les systèmes cognitifs autochtones: produire du multimedia et des films interactifs en anthropologie. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.
- Gnivecki, P. (1987). On the Quantitative Derivation of Household Spatial Organization from Archaeological Residues in Ancient Mesopotamia. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 176-236.
- Gooch, A. i Gooch, B. (2001). Interactive Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. Siggraph 99 Course Notes. Gooch, A. i Gooch, B.: Secció 10.
- Gordon, S. (1999). The virtual museum - who needs it? Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.
- Gozalbes, E. (1995). Arqueología del entorno y enseñanza secundaria. Hespérides. XV Coloquio metodológico-didáctico. Jerez. Separata: 249-260.
- Grace, R. (1991). Chaos in Prehistory. UIO. [www: www.hf.uio.no/iakn/roger/lithic/CHAOS/chaoscon.html](http://www.hf.uio.no/iakn/roger/lithic/CHAOS/chaoscon.html). (28-2-1997).
- Green, S. (1999). Introduction to Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. SIGGRAPH 99 Course 17. Green, S. Los Angeles: 192.
- Gunder Frank, A. (1993). "Bronze Age World System Cycles." Current Anthropology 34(4).
- Hall, M. (1987). On display. A design grammar of museums exhibitions. Londres, Lund Humphries.
- Harper, B., Hedberg, J. G., *et al.* (2000). "Who benefits from virtuality?" Computers & Education 34(3/4): 163-176.
- Hayward, T. (1993). Adventures in virtual reality. Carmel, Que, Prentice Hall.

- Heath, C. i vom Lehn, D. (2002). Misconstruing interactivity. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.
- Heim, M. (1993). The metaphysics of virtual reality. New York, Oxford University Press.
- Hempel, C. (1979). La explicación científica. Buenos Aires, Paidós.
- Herbert, D. T. (1995). Heritage Places, Leisure and Tourism. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 1-20.
- Hernàndez Cardona, F. X. (1998a). La didàctica en els espais de presentació del patrimoni. Consideracions epistemològiques. II Seminari d'Arqueologia i Ensenyament. González Marcén, P. Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona. 5: 139-149.
- Hernàndez Cardona, F. X. (1998b). "Museología y didáctica. Consideraciones epistemológicas." Iber 15: 31-37.
- Hernàndez Cardona, F. X. (2003). El patrimonio como recurso en la enseñanza de las Ciencias Sociales. El patrimonio y la didáctica de las Ciencias Sociales. Ballesteros Arranz, E., Fernández Fernández, C., Molina Ruiz, J. A. i Moreno Benito, P. Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha: 455-466.
- Hernández Hernández, F. (1998). El museo como espacio de comunicación. Biblioteconomía y administración cultural, 16. Gijón, Ediciones Trea.
- Hill, P. D. (1996). Así se crea Realidad Virtual. Libros de creación audiovisual. Barcelona, Rosal Jai.
- Hitchcock, R. (1987). Sedentism and Site Structure: Organisation Changes in Kalahari Basarwa Residential Locations. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 374-424.
- Hodder, I. (1988). Interpretación en Arqueología. Barcelona, Crítica.
- Hodder, I. (1999). The archaeological process. An introduction. Oxford, Blackwell Publishers.
- Hooper-Greenhill, E. (1994a). Museum education: past, present and future. Towards the Museum of the futures. New european perspectives. Miles, R. S. i Zavala, L. London, Routledge: 133-149.
- Hooper-Greenhill, E. (1994b). A new communication model for museums. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 17-26.
- Hooper-Greenhill, E. (1998). Los museos y sus visitantes. Biblioteconomía y Administración Cultural, 17. Gijón, Ediciones Trea.

Horne, D. (1992). "Reading" museums. Museums 2000. Politics, people, professionals and profit. Boylan, P. J. London, Museums Association in conjunction with Routledge: 63-83.

Isdale, J. (1998). What Is Virtual Reality? Faculty of Computer Sciences and Engineering, De Montfort University. internet: <http://www.cms.dmu.ac.uk/~cph/VR/whatisvr.html>. (10-7-2002).

Jacobson, L. (1994). Garage virtual reality. Indianapolis, Sams Publishing, Prentice Hall.

Jacobson, R. (1995). Virtual Worlds: Spatial Interfaces for Spatial Technology. The Electronic Atlas Newsletter. revista digital, www. (27-9-2004).

James, S. (1999). Imag(in)ing the Past: The Politics and Practicalities of Reconstructions in the Museum Gallery. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 117-135.

Junco, A. (2002). "El constructivismo en la enseñanza de la historia: un enorme reto." Iber 31(gener 2002): 79-85.

Kadobayashi, R. (1999). VisTa: an interactive visualisation tool for archaeological data. Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Kadobayashi, R. (2000). Immersive walk-through experience of japanese ancient villages with the vista-walk system. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Kalawsky, R. S. (1993). The Science of Virtual Reality and Virtual Environments. A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments. USA, Addison-Wesley.

Kantner, J. (2000). Realism vs reality: creating virtual reconstructions of prehistoric architecture. Virtual reality in Archaeology. Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Kent, S. (1987). Understanding the Use of Space: an Ethnoarchaeological Approach. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 1-63.

Knez, E. I. i Wright, G. (1970). "The museum as a communication system: an assessment of Cameron's viewpoint." Curator 13(3): 204-212.

Koester, S. E. (1993). Interactive Multimedia in American Museums. Archives and Museum Informatics, Technical Report, 16.

Kosko, B. (1995). Pensamiento borroso. La nueva ciencia de la lógica borrosa. Barcelona, Grijalbo/Mondadori.

- Kristiansen, K. (1996). "Old boundaries and new frontiers: reflections on the identity of Archaeology." Current Swedish Archaeology 4: 103-122.
- Lévy, P. (1995). Qu'est ce que le virtuel? Paris, La Découverte.
- López de Lacalle, S. (2000). Teoría del caos: hacia el conocimiento de la realidad. Instituto de Astrofísica de Canarias. WWW: <http://www.iac.es/gabinete/difus/ciencia/silbia/caos.htm>. (5-4-2005).
- Maldonado, T. (1994). Lo real y lo virtual. Barcelona, Gedisa Editorial.
- Mallas, S. (1979). Medios audiovisuales y pedagogía activa. Barcelona, Ediciones CEAC.
- Mantovani, F. (2001). VR Learning: potential and challenges for the use of 3D environments in education and training. Towards CyberPsychology: mind, cognitions and society in the Internet Age. Riva, G. i Galimberti, C. Amsterdam, IOS Press: 207-226.
- Marías, J. (1941). Historia de la filosofía. Alianza Universidad Textos, 92. Salamanca, Alianza Editorial.
- Martín, F. (1994). Reflexiones en torno al museo en la actualidad. Laboratorio de Arte, 7. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- McGlade, J. (1999). "Arqueología, dinámica no lineal y discurso histórico." Trabajos de Prehistoria 56(2): 5-18.
- McLuhan, M. (1996). Comprender los medios de comunicación: las extensiones del ser humano. Comunicación. Barcelona, Paidós.
- Miles, R. S. (1985). Exhibitions: management, for a change. The management of change in museums. Cossons, N. Londres, National Maritime Museum: 31-33.
- Milgram, P. i Kishino, F. (1994). "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays." IEICE Transactions on Information Systems E77-D(12): 1321-1329.
- Milgram, P. i Takemura, H. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. SPIE Proceedings: Telem manipulator and Telepresence Technologies, H. Das.
- Moles, A., Ed. (1975). La comunicación y los mass-media. Bilbao, El Mensajero.
- Morgan, J. i Welton, P. (1994). The process of communication. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 27-36.
- Mosaker, L. (2001). "Visualising historical knowledge using virtual reality technology." Digital Creativity 12(1): 1-11: <http://journalsonline.tandf.co.uk/media>.

Mounin, G. (1985). Semiotic praxis: studies in pertinence and in the means of expression and communication. Nova York i Londres, Plenum Press.

NG, K. H. (2002). Mixed Reality interaction for group experience. Master of Research Dissertation. School of Computer of Computer Science and Information Technologies, The University of Nottingham. Nottingham: <http://www.cs.nott.ac.uk/~khn/mixedrealityinteraction.pdf>.

O'Neil, M. (1991). Museums and their communities. The Manual of Museum Planning. Dexter Lord, G. i Lord, B. London, HMSO: 19-34.

Ong, W. J. (1958). Ramus method and the decay of dialogue. Cambridge, Massachussets, Harvard University Press.

Osberg, K. M. (1997). Constructivism in practice: the case for meaning-making in the virtual world. Tesi doctoral. Department of Education, University of Washington. Washington: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/osberg.rtf>.

Owen, R., Buhalis, D., *et al.* (2005). Visitor's evaluations of ICTs used in Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 129-136.

Pastor, M. I. (2004). Pedagogía museística. Nuevas perspectivas y tendencias actuales. Ariel Patrimonio. Barcelona, Ariel.

Pearce, S. M. (1992). Museums, Objects and Collections: a Cultural Study. Leicester, Leicester University Press.

Penny, S. (1994). Virtual Reality as the completion of the Enlightenment. The Virtual Reality Casebook. Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 199-213.

Petridis, P., Pletinckx, D., *et al.* (2005). A multimodal interface for presenting and handling heritage artifacts. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 91-100.

Podgorny, J. (2004). Studying visitor engagement in Virtual Reality based children's Science Museum exhibits. Master of Arts program in the Social Sciences. Department of Astronomy and Astrophysics, The University of Chicago. Chicago: <http://astro.uchicago.edu/cosmus/thesis.pdf>.

Poovey, M. (2001). Poden sobreviure les Humanitats a la formació a distància? UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum3/catala/Art_Distance_cat/index.htm. (25-1-2002).

Popper, K. (1996). El universo abierto. Un argumento en favor del indeterminismo. Post Scriptum a La lógica de la investigación científica, II. Madrid, Tecnos.

Popper, K. i Eccles, J. C. (1977). The self and its brain: an argument for interactionism. Boston, Routledge & Kegan Paul.

Pozo, J. I. (2002). Las estrategias de aprendizaje en el area de las Ciencias Sociales. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 269-294.

Pozo, J. I., Asensio, M., *et al.* (1989). Modelos de aprendizaje - enseñanza de la Historia. La enseñanza de las Ciencias Sociales. Carretero, M., Pozo, J. I. i Asensio, M. Madrid, Visor: 211-240.

Pujol, L. (2001a). Noves tècniques per explorar el passat. Proposta laboral. Servei del Patrimoni Arquitectònic Local, Diputació de Barcelona. Barcelona. biblioteca casa.

Pujol, L. (2001b). Revisió de l'estudi crono-tipològic del material ceràmic del Bronze Final del Turó del Montgròs a partir de tècniques d'Intel·ligència artificial. Treball per l'assignatura Intel·ligència Artificial en Arqueologia. Departament de Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona. treball.

Pujol, L. (2002a). Arqueologia i Realitat Virtual: una aproximació a partir de les reconstruccions virtuals als museus. Treball de Recerca de Tercer Cicle (12 crèdits). Antropologia Social i Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.

Pujol, L. (2002b). "Museus d'Arqueologia i ordinadors: les reconstruccions virtuals com a eina divulgativa." GAUSAC 21(Desembre 2002): 27-45.

Pujol, L. (2004). Archaeology, museums and Virtual Reality. UOC. Online article: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/eng/pujol0304/pujol0304.pdf>. (13-7-2004).

Pujol, L. (en premsa). Virtual Reality as a Learning Tool for Archaeological Museums. Beyond the artifact. Computer applications and Quantitative Methods in Archaeology 2004. Niccolucci, F. Oxford, BAR International Series.

Purcell, P. (1997). Museum 2000: a Multimedia Perspective. Imaging the Past. Electronic Imaging and Computer Graphics in Museums and Archaeology. Lang, J. London, The British Museum. 114: 119-126.

Querol, M. A. (1992). "Los mecanismos de protección del Patrimonio Arqueológico." Trabajos de Prehistoria 49: 27-34.

Querol, M. A. i Martínez Díaz, B. (1996). La gestión del Patrimonio Arqueológico en España. Madrid, Alianza Editorial.

Read, D. W. (1990). The utility of mathematical constructs in building archaeological theory. Mathematics and Information Science in Archaeology: a flexible framework. Voorrips, A. Bonn, Holos: 29-60.

Reilly, P. (1991). Towards a virtual Archaeology. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1990. Rahtz, S. P. Q. Oxford, Archaeopress. 565: 133-139.

- Reilly, P. (1992). Three-dimensional modelling and primary archaeological data. Archaeology and the Information Age. A global perspective. Rahtz, S. P. Q. London, Routledge: 147-176.
- Renfrew, C. (1978). "Trajectory, discontinuity and morphogenesis: the implications of catastrophe theory for archaeology." American Antiquity 43: 203-224.
- Renfrew, C. i Bahn, P. (1993). Arqueología. Teoría, métodos y práctica. Madrid, Akal.
- Renfrew, C., Dixon, J., *et al.* (1968). "Further analysis of Near Eastern obsidians." Proceedings of the Prehistoric Society 34: 319-331.
- Reynolds, P. J. (1988). La difusió. El contacte de la recerca amb el públic. Arqueologia experimental. Una perspectiva de futur. Reynolds, P. J. Vic, Elmo.
- Rivera Dorado, M. (1994). "Un camello en el ojo de la aguja." Arqcrítica 8: 5-7.
- Rodríguez Diéguez, J. L. (1978). Las funciones de la imagen en la enseñanza. Semántica y Didáctica. Comunicación Visual. Barcelona, Editorial Gustavo Gili.
- Roussou, M. (2003). Photorealism and Non-Photorealism in Virtual Heritage representation. VAST2003 and First Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Chalmers, A., Arnold, D. i Niccolucci, F., The Eurographics Association: 46-57.
- Roussou, M. (2005). Sobre el concepte de presència. Roma. Comunicació personal: 16-11-2005.
- Roussou, M. i Drettakis, G. (2005). Can VR be useful and usable in real-world contexts? Observations from the application and evaluation of VR in realistic usage conditions. 11th International Conference on HCI, First International Conference on VR. Las Vegas, Nevada.
- Roux, V. (2002). Electronic modelisation of archaeological texts and constitution of knowledge bases. The Digital Heritage of Archaeology. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2002: comunicació.
- Rovira, C. (1998). Documents hipertextuals per a entorns virtuals d'aprenentatge. UOC. internet: <http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum1/crovira/croviraf.html>. (25-1-2002).
- Rowlands, M., Larsen, M., *et al.* (1987). Centre and periphery in the ancient world. Cambridge, Cambridge University Press.
- Roy, P. (1989). La troisième voie. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 33-35.
- Ruano, J. (1997). La predicción y la teoría del caos. Aedemo. WWW: <http://www.aedemo.es/septiembre97/privado/caos.html>. (5-4-2005).

- Ruiz Zapatero, G. (1994). "Arqueología y discurso político. El pasado como arma." Arqcrítica 8: 12-13.
- Sabloff, J. A. i Willey, G. R. (1967). "The collapse of Maya civilization in the southern lowlands: a consideration of history and process." Southwestern Journal of Anthropology 23: 311-336.
- Sancho, M. (2001). El castell de Mur virtual. UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum3/catala/Art_Sancho/index.htm. (25-1-2002).
- Sanders, D. H. (2002). Virtual Archaeology and Museums: Where Are the Exhibits? Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 187-194.
- Santacana, J. (1998). "Museos, ¿al servicio de quién?" Iber 15: 39-49.
- Santacana, J. i Serrat, N., Eds. (2005). Museografía didáctica. Ariel Patrimonio. Barcelona, Ariel.
- Schadla-Hall, T. (2002). "Expliquem "com va ser" o expliquem "com ho sabem"? Un repte per als museus del s. XXI." GAUSAC 21: 19-25.
- Schouten, F. F. J. (1995). Heritage as Historical Reality. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 21-31.
- Schramm, W., Ed. (1954). The process and effects of mass communication. Chicago, University of Illinois Press.
- Schweibenz, W. (1998). The "Virtual Museum": New Perspectives for Museums to present Objects and Information Using the Internet as Knowledge Base and Communication System: www.phil.uni-sb.de/fr/infowiss/projekte/virtualmuseum/virtual_museum_ISI98.htm. (8-7-2002).
- Scollar, I. (1999). Twenty five years of computer applications in Archaeology. Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.
- Serrat, N. i Iñíguez, D. (2003). "Aprentatge per descobriment." Guix 300(desembre 2003): 11-18.
- Shaw, N., Clarke, D., *et al.* (2003). Archaeology Museums & 3D: A New European International "Network of Excellence and RoadMap" Project. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Goriany, M. Viena, CAA2003. Workshop: en premsa.
- Smith, I. (1985). "Romans make a high-tech comeback: Sid and Dora's bath show pulls in the crowd." Computing(June): 7-8.

Solanilla, L. (2002). Què volem dir quan parlem d'interactivitat? El cas dels webs dels museus d'història i arqueologia. UOC. internet: <http://www.uoc.edu/humfil/articulos/cat/solanilla0302/solanilla0302.html>. (22/5/2002).

Sontag, S. (1973). On photography. Nova York, Farrar-Strauss-Giroux.

Sospedra, R. (2004). "La nueva museografía audiovisual." Iber 39(gener 2004): 45-54.

Stallworth, C., Glover, S., *et al.* (1998). Glossary of terms. Virtual Interior Design Assistant Team, Georgia Tech, College of Computing. internet: http://www.cc.gatech.edu/classes/cs6751_98_fall/projects/VIDA/glossary.html. (9-7-2002).

Steuer, J. (1995). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. Communication in the Age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Erlbaum Associates: 33-55.

Stevens, L. (1994). Virtual reality now: a detailed look at today's virtual reality. New York, MIS Press.

Stoczkowski, W. (1994). Anthropologie naïve, Anthropologie savante. Empreintes de l'homme. Paris, CNRS Editions.

Stöllner, T. (2004). Subterrain-Modelling: Part1: Virtual Reality in Mines - so what? Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227.

Strauss, W., Fleischmann, M., *et al.* (2003). Knowledge spaces - experience based learning and cultural education in the media age. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Suina, J. H. (1994). Museum multicultural education for young learners. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 263-267.

Sundstedt, V., Gutiérrez, D., *et al.* (2005). Participating media for high-fidelity Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 83-90.

Tarr, M. J. i Warren, W. H. (2002). "Virtual Reality in behavioral neuroscience and beyond." Nature 5(neuroscience supplement): 1089-1092.

Taxén, G., Bowers, J., *et al.* (2003). The Well of Inventions - learning, interaction and participatory design in museum installations. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Trepat, C. A. i Alcoberro, A. (1994). "Procedimientos en Historia. Secuenciación y enseñanza." Iber 1(juliol 1994): 31-51.

Trigger, B. G. (1992). Historia del pensamiento arqueológico. Crítica/Arqueología. Barcelona, Crítica.

Tzortzaki, D. (2001). "Museums and virtual reality: using the CAVE to simulate the past." Digital Creativity 12(4): 247-251: <http://journalsonline.tandf.co.uk/media>.

Uleberg, E. (2004). Strange attractors in the high mountains. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 444-447.

Valdés, M. C. (1999). La difusión cultural en el museo: servicios destinados al gran público. Biblioteconomía y Administración Cultural, 31. Gijón, Ediciones Trea.

Vallino, J. (2002). Introduction to Augmented Reality. Department of Software Engineering, Rochester Institute of Technology. internet: <http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/introduction.html>. (9-7-2002).

Vargas, I. i Sanoja, M. (1990). Patrimonio cultural: ¿Inventario o proceso histórico? Arqueología de rescate. Loyola-Bank, G. i Sanoja, M. Caracas, Abre Brecha: 41-51.

von Bertalanffy, L. (1976). Teoría general de los sistemas. México, Fondo de Cultura Económica.

Wagensberg, J. (1986). Proceso al azar. Metatemas, 12. Barcelona, Tusquets.

Watson, P. J., Leblanc, S. A., *et al.* (1974). El método científico en Arqueología. Madrid, Alianza Universidad.

Watzlawick, P. (1976). La teoría de la comunicación humana. Buenos Aires, Tiempos Contemporáneos.

Weissberg, J. L. (1989). Le compact réel / virtuel. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 7-28.

Welger-Barboza, C. (2001). Le patrimoine à l'ère du document numérique. Du musée virtuel au musée médiathèque. Patrimoines et Sociétés. Paris, L'Harmattan.

White, H. (1992). El contenido de la forma. Narrativa, discurso y representación histórica. Paidós Básica. Barcelona, Ediciones Paidós.

White, L. (1982). La ciencia de la cultura. Un estudio del hombre y la civilización. Barcelona, Paidós.

Wilcock, J. (1996). A description of the display software for Stafford Castle Visitor Centre, Uk. Interfacing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1995. Fennema, K. Leiden, University of Leiden. 28: 402-414.

Winn, W. (1993). A conceptual basis for educational applications of Virtual Reality. Report n° TR-93-9. Human Interface Technology Laboratory, University of

Washington. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-93-9>.

Woodwark, J. R. (1986). Computing shape. London, Butterworth.

Woolley, B. (1994). El universo virtual. Madrid, Acento Editorial.

Wylie, A. (1985). The reaction against analogy. Advances in archaeological method and theory. Shennan, S. J. Londres, Unwin Hyman. Volum 8.

Wylie, A. (1994). Matters of fact and matters of interest. Archaeological Approaches to Cultural Identity. Shennan, S. J. London and New York, Routledge. 10: 94-109.

Young, D. A. i Bettinger, R. L. (1995). "Simulating the global human expansion in the late pleistocene." Journal of Archaeological Science 22(1995): 89-92.

Zimmerman, M. (1990). Heidegger's confrontation with modernity: technology, politics, Art. Bloomington, Indiana University Press.

Arqueologia, museus i ordinadors.

Aproximació semiòtica a l'ús de la Realitat Virtual per la difusió de l'Arqueologia als museus.

Laia Pujol Tost

Tesi Doctoral dirigida per la Dra. Paloma González Marcén



Volum II

Departament de Prehistòria
Facultat de Lletres
Universitat Autònoma de Barcelona

Juliol de 2006

VOLUM II

FONAMENTS TEÒRICS DE L'ÚS DE LA RV EN EL PROCÉS DE RECERCA ARQUEOLÒGICA. SEMIÒTICA DE LA RV

Índex

<u>II.1. Introducció</u>	323
<u>II.2. Justificació del marc teòric</u>	324
II.2.1. Introducció	324
II.2.2. Context general on es situa la tesi	325
II.2.3. La RV com a virtualització	326
II.2.4. La RV com a ordinador	327
II.2.5. La RV com a imatge	329
II.2.6. L'aplicació de perspectives diverses: debat sobre l'ajustament del marc teòric	332
<u>II.3. Percepció</u>	339
II.3.1. Introducció	339
II.3.2. Revisió històrica de les teories generals sobre la percepció visual	341
II.3.2.1. Introducció.....	341
II.3.2.2. Els antecedents.....	342
II.3.2.3. La “teoria clàssica”.....	343
II.3.2.4. La revisió de la teoria clàssica.....	344
<i>II.3.2.4.1. La Gestalt</i>	345
<i>II.3.2.4.2. El Conductisme</i>	345
<i>II.3.2.4.3. La recuperació de les idees de Helmholtz</i>	347
<i>II.3.2.4.4. El Cognitivisme</i>	348
<i>II.3.2.4.5. El Transaccionalisme</i>	349
<i>II.3.2.4.6. El Funcionalisme probabilístic</i>	349
<i>II.3.2.4.7. L'aportació de Berlyne</i>	350
<i>II.3.2.4.8. El New Look</i>	351
<i>II.3.2.4.9. La teoria del processament de la informació</i>	352
II.3.2.5. Les teories modernes.....	353
<i>II.3.2.5.1. Ecologia perceptiva</i>	353
<i>II.3.2.5.2. Computació natural</i>	354
<i>II.3.2.5.3. Les darreres tendències</i>	355
II.3.3. Aspectes bàsics de la percepció visual	356
II.3.3.1. Introducció.....	356
II.3.3.2. La llum.....	357
<i>II.3.3.2.1. La naturalesa de la llum</i>	357
<i>II.3.3.2.2. El color</i>	358
<i>II.3.3.2.3. Òptica geomètrica</i>	360
II.3.3.3. Anatomia i fisiologia de l'ull humà.....	362
<i>II.3.3.3.1. Introducció</i>	362
<i>II.3.3.3.2. Estructura anatòmica de l'ull humà</i>	364
<i>II.3.3.3.3. Estructura funcional de l'ull humà</i>	365
II.3.3.4. Després de la retina I: Neurofisiologia general.....	369
<i>II.3.3.4.1. Estructura anatòmica del cervell humà</i>	369
<i>II.3.3.4.2. Estructura funcional del cervell humà</i>	372

II.3.7.2. Representacions mentals i raonament.....	476
II.3.7.3. Imatges mentals i analogia.....	478
II.3.7.4. Mapes cognitius i espacialitat.....	480
<u>II.4. Semiòtica de les imatges.....</u>	484
II.4.1. Introducció.....	484
II.4.2. Què és una imatge?.....	484
II.4.3. Sintaxi de les imatges.....	488
II.4.3.1. Introducció.....	488
II.4.3.2. Elements morfològics de la imatge.....	489
II.4.3.3. Elements dinàmics de la imatge.....	491
II.4.3.4. Elements escalars de la imatge.....	493
II.4.3.5. Articulació dels components icònics bàsics.....	494
II.4.4. Semàntica de les imatges.....	496
II.4.4.1. Introducció.....	496
II.4.4.2. Lectura de la imatge.....	497
II.4.4.3. Relació entre objecte i representació.....	499
II.4.5. Pragmàtica de les imatges.....	508
<u>II.5. Semiòtica de la RV.....</u>	511
II.5.1. Sintaxi de la RV.....	511
II.5.2. Semàntica de la RV.....	515
II.5.3. Pragmàtica de la RV.....	522
II.5.3.1. Introducció.....	522
II.5.3.2. La recerca arqueològica.....	523
II.5.3.2.1. <i>Introducció</i>	523
II.5.3.2.2. <i>Reflexions des de l'Arqueologia propera al materialisme cultural</i>	526
II.5.3.2.3. <i>Reflexions des de l'Arqueologia propera al processualisme</i>	532
II.5.3.2.3.1. Introducció.....	532
II.5.3.2.3.2. La RV com a model per la reproducció i la reconstrucció.....	534
II.5.3.2.3.2.1. <i>Introducció</i>	534
II.5.3.2.3.2.2. <i>Reproducció o visualització científica</i>	535
II.5.3.2.3.2.3. <i>Reconstrucció o experimentació científica</i>	538
II.5.3.2.3.2.4. <i>Conclusions</i>	544
II.5.3.2.3.3. La RV com a llenguatge cognitiu.....	544
II.5.3.2.3.3.1. <i>Introducció</i>	544
II.5.3.2.3.3.2. <i>La RV com a ecosistema</i>	545
II.5.3.2.3.3.3. <i>Relació de la RV amb el GIS</i>	549
II.5.3.2.3.3.4. <i>La RV com a entorn cognitiu</i>	553
II.5.3.2.4. <i>Reflexions des d'algunes Arqueologies postmodernes</i>	556
II.5.3.2.5. <i>Conclusions</i>	562
II.5.3.2.5.1. <i>L'espai i el temps</i>	562
II.5.3.2.5.2. <i>Usos i abusos de la RV en Arqueologia</i>	564
II.5.3.2.5.3. <i>Existeix l'Arqueologia virtual?</i>	567
II.5.3.3. La presentació de l'Arqueologia al Museu.....	571
II.5.3.3.1. <i>Introducció</i>	571

<i>II.5.3.3.2. Marc general.....</i>	576
<i>II.5.3.3.3. El vessant museològic.....</i>	584
<i>II.5.3.3.4. El vessant museogràfic.....</i>	587
II.5.3.3.4.1. Introducció.....	587
II.5.3.3.4.2. L'exposició.....	587
II.5.3.3.4.2.1. La RV com a eina museogràfica.....	587
II.5.3.3.4.2.2. La RV com a substitut analògic i analític.....	588
II.5.3.3.4.2.3. La relació amb els objectes: cara i creu d'una mateixa realitat.....	592
II.5.3.3.4.2.4. La relació amb els altres recursos expositius.....	599
II.5.3.3.4.2.5. Conclusions: el paper de la RV dins el museu d'Arqueologia.....	601
II.5.3.3.4.3. Els/les visitants.....	604
II.5.3.3.4.3.1. La visita com a experiència immersiva.....	604
II.5.3.3.4.3.2. La visita com a experiència col·lectiva.....	605
II.5.3.3.4.3.3. Psicologia ambiental.....	609
II.5.3.3.4.3.4. Conclusions: l'ús de la RV per part dels i les visitants.....	613
<i>II.5.3.3.5. Aprenentatge.....</i>	613
II.5.3.3.5.1. Introducció.....	613
II.5.3.3.5.2. Definició i teories generals sobre els processos d'ensenyament – aprenentatge.....	618
II.5.3.3.5.2.1. Introducció.....	618
II.5.3.3.5.2.2. Teories filosòfiques de l'aprenentatge.....	621
Introducció.....	621
La disciplina mental.....	621
L'aprenentatge per desenvolupament.....	623
La percepció.....	624
II.5.3.3.5.2.3. Teories científiques de l'aprenentatge.....	627
Introducció.....	627
L'associacionisme estímul – resposta.....	627
La teoria de camp cognitiu – Gestalt.....	632
El Constructivisme.....	634
La situació actual.....	648
II.5.3.3.5.3. La RV i els paradigmes psicopedagògics.....	651
II.5.3.3.5.3.1. Introducció.....	651
II.5.3.3.5.3.2. La RV des de la perspectiva associacionista.....	653
II.5.3.3.5.3.3. La RV des de la perspectiva constructivista.....	654
II.5.3.3.5.4. Factors que intervenen en el procés d'ensenyament – aprenentatge.....	658
II.5.3.3.5.4.1. Introducció.....	658
II.5.3.3.5.4.2. Variables lligades a la persona. Les característiques intrapsicològiques.....	659
Introducció.....	659
L'aprenentatge.....	660
Les etapes evolutives.....	663
La personalitat.....	664
Les habilitats cognitives.....	668
L'estil cognitiu.....	676
Motivació, atribucions i expectatives.....	678
Estratègies d'aprenentatge.....	679
II.5.3.3.5.4.3. Variables lligades a la tasca. Les característiques específiques de l'ensenyament – aprenentatge de la	

<i>Història</i>	680
Introducció.....	680
Les disciplines històriques com a domini de coneixement i aprenentatge específics.....	681
Models psicopedagògics de l'ensenyament – aprenentatge de les disciplines històriques.....	687
II.5.3.3.5.4.4. <i>Variables lligades a l'entorn. Les característiques específiques de l'aprenentatge a l'exposició</i>	691
Introducció.....	691
El context d'aprenentatge.....	691
Els continguts que es presenten a l'exposició.....	703
Els processos bàsics que s'activen a l'exposició.....	706
II.5.3.3.5.5. La RV i l'ensenyament - aprenentatge de l'Arqueologia al museu.....	708
II.5.3.3.5.5.1. <i>La RV i les variables lligades a la persona</i>	708
La RV i l'aprenentatge.....	708
La RV i les etapes evolutives.....	709
La RV i la personalitat.....	710
La RV i la intel·ligència.....	711
La RV i la memòria.....	712
La RV i l'estil cognitiu.....	715
La RV i la motivació, atribucions i expectatives.....	715
La RV i les estratègies d'aprenentatge.....	716
II.5.3.3.5.5.2. <i>La RV i les variables lligades a la tasca</i>	717
La RV i les característiques específiques de les disciplines històriques.....	717
La RV i els models psicopedagògics de l'ensenyament – aprenentatge de les disciplines històriques.....	720
II.5.3.3.5.5.3. <i>La RV i les variables lligades a l'entorn</i>	728
La RV i el context d'aprenentatge.....	728
La RV i els processos bàsics que s'activen a l'exposició.....	732
La RV i els continguts que es presenten a l'exposició.....	733
II.5.3.3.5.5.4. <i>Conclusions teòriques sobre l'ús didàctic de la RV al museu</i>	735
II.5.3.3.6. <i>Avaluacions in situ i estudis experimentals sobre les TIC</i> ... II.5.3.3.6.1. Introducció.....	736
II.5.3.3.6.2. <i>Estudis sobre variables lligades a la persona</i>	742
II.5.3.3.6.2.1. <i>Aspectes emocionals i actitudinals</i>	742
II.5.3.3.6.2.2. <i>Habilitats cognitives específiques</i>	747
II.5.3.3.6.2.3. <i>Comportament social i personalitat</i>	751
II.5.3.3.6.2.4. <i>Característiques de l'usuari/ària</i>	753
Introducció.....	753
Personalitat / estil d'aprenentatge.....	753
Experiència prèvia	755
Edat.....	764
Sexe.....	764
II.5.3.3.6.2.5. <i>Les TIC i la capacitat de personalització</i>	765
II.5.3.3.6.3. <i>Estudis sobre variables lligades a la tasca</i>	767
II.5.3.3.6.3.1. <i>Introducció</i>	767
II.5.3.3.6.3.2. <i>Constructivisme: aprenentatge contextual i aprenentatge per descobriment</i>	768

II.5.3.3.6.3.3. <i>Habilitats cognitives</i>	778
II.5.3.3.6.3.4. <i>Forma i contingut</i>	784
II.5.3.3.6.4. <i>Estudis sobre variables lligades a l'entorn</i>	796
II.5.3.3.6.4.1. <i>Percepció de l'ús de les TIC a l'exposició per part del públic</i>	796
II.5.3.3.6.4.2. <i>Aprenentatge a través de la interacció social</i>	798
II.5.3.3.6.4.3. <i>Integració dels recursos expositius</i>	810
II.5.3.3.6.4.4. <i>Immersió i immersivitat</i>	813
II.5.3.3.6.5. <i>Quina informació ens aporten els videojocs?</i>	820
II.5.3.3.6.5.1. <i>Introducció</i>	820
II.5.3.3.6.5.2. <i>Sobre la concepció de la disciplina</i>	821
II.5.3.3.6.5.3. <i>Sobre el desenvolupament cognitiu i sensorial de les persones</i>	822
II.5.3.3.6.6. <i>Valoració crítica dels estudis específics sobre TIC i aprenentatge</i>	825
II.5.3.3.6.7. <i>Conclusions</i>	827
II.5.3.3.7. <i>Conclusions: les TIC transformen els museus</i>	834
II.5.3.3.7.1. <i>Nous museus: el Museu Virtual</i>	834
II.5.3.3.7.1.1. <i>Les arrels del Museu Virtual</i>	834
II.5.3.3.7.1.2. <i>Definició del concepte</i>	837
II.5.3.3.7.1.3. <i>Com serà el museu del futur?</i>	843
II.5.3.3.7.2. <i>Noves formes comunicatives: la interactivitat</i>	846
II.5.3.3.7.2.1. <i>Introducció</i>	846
II.5.3.3.7.2.2. <i>La interactivitat a l'aula</i>	847
II.5.3.3.7.2.3. <i>La interactivitat al museu</i>	848
II.5.3.3.7.2.4. <i>La interactivitat en els ordinadors</i>	853
II.5.3.3.6.2.5. <i>La interactivitat computacional als museus d'Arqueologia</i>	862
<u>II.6. Bibliografia</u>	865

II.1. Introducció

El primer volum ha estat dedicat a establir quines són les premisses bàsiques que fonamenten el present projecte de recerca. Tal marc conceptual incloïa tres àmbits: l'Arqueologia, els museus i la RV. Un cop establert aquest punt de partida, es tracta de comprovar si existeixen evidències que justifiquin l'ús de la RV tant per la recerca com per la difusió de l'Arqueologia. Aquest serà l'objectiu del segon volum i per assolir-lo partiré del marc teòric - metodològic establert per la Semiòtica.

En el fons, la comunicació –en general– no apareix ara per primera vegada sinó que ja es troba a la base del tema perquè és l'element comú als plantejaments sobre els tres àmbits implicats en la meua recerca. Com que l'Arqueologia és una disciplina social, el procés de recerca està orientat a la divulgació del coneixement que ella genera. Aquesta participació en la construcció social del coneixement comporta necessàriament una orientació comunicativa que es pot desenvolupar, per exemple, a través de l'exposició. La funció més important dels museus ha estat sempre la comunicació i així ho recullen els documents institucionals i l'extensa bibliografia sobre el tema, fins el punt que, en l'actual Societat de la Informació, el museu ha passat a entendre's com un node comunicatiu més. Des del punt de vista museogràfic, l'exposició està constituïda per elements diversos però tant la seva presència com la seva ubicació responen a una finalitat concreta: la transmissió d'un missatge concret. El tercer àmbit implicat és el de la RV que, com hem vist en el capítol anterior, es va dissenyar com a interfície de comunicació amb un processador computacional, però que també pot servir per la comunicació entre persones, ara que els ordinadors centralitzen funcions cada cop més diverses. El principal canal de comunicació de l'exposició és el visual i la RV hi encaixa a la percepció perquè es basa en les imatges, tot i que, per la seva estructura i funcionament, la RV és més que una imatge, és una imatge dinàmica interactiva que pot contenir sons i, a més, llenguatge verbal escrit i oral, tot organitzat mitjançant una estructura hipertextual. Tanmateix, com que la base de la RV és una representació icònica, cal parlar sobre les implicacions d'aquest aspecte fonamental.

Com a artefacte cultural, la RV és un producte del nostre intel·lecte. Per tant, la podem considerar una imatge externa, generada a partir de les nostres representacions internes del món. Això implica tenir en compte aspectes perceptius i cognitius que són anteriors als fonaments mateixos de l'Arqueologia i dels museus perquè es refereixen a la nostra constitució física i fisiològica. Estic totalment d'acord amb Tomás Maldonado quan afirma que (Maldonado, 1994: 182)

“... el problema de la iconicidad es inseparable del problema de la relación entre categorización conceptual y categorización perceptiva, e inseparable también del problema de la relación entre estructura del pensamiento y estructura de la realidad”.

És per aquest motiu que dedico un capítol al sistema perceptiu i cognitiu. Per tant, aquest volum s'organitzarà de la següent manera: en primer lloc, la justificació i el debat sobre el marc teòric - analític triat; seguidament establiré els fonaments físics al capítol sobre percepció; després vindrà el desenvolupament dels apartats que resulten d'haver triat la Semiologia com a marc analític, separant, prèviament, les explicacions corresponents a les imatges estàtiques i les corresponents a les novetats que introdueix

la RV com a imatge interactiva. La decisió sobre l'estructura s'explicarà al primer apartat perquè està molt lligada a la justificació del marc teòric.

Els objectius d'aquest segon volum són diversos. En general, la demostració del potencial d'un marc teòric semiòtic per analitzar l'ús de la RV en Arqueologia des de tots els punts de vista. En el cas del procés perceptiu i cognitiu: presentar la base física i intel·lectual prèvia per comprovar fins a quin punt la RV s'hi ajusta o, fins i tot, la complementa o millora i també entendre com signifiquen les imatges al nivell més bàsic. Encara que aquesta explicació hauria de formar part de l'apartat de semàntica, ha de situar-se fora per raons de coherència del discurs. Per altra banda, la Semiòtica de les imatges és necessària perquè permet explicar una part de les característiques essencials de la RV com a imatge. A més, bona part de la recerca s'ha dut a terme des d'aquest àmbit, l'audiovisual, i jo el que faré és aplicar-lo al cas de la RV i desenvolupar-lo. A l'apartat de Semiòtica de la RV –l'objectiu principal d'aquest treball– veurem que la RV posseeix una sintaxi específica que en determina part de la semàntica. Després comprovarem si la RV permet una bona correspondència entre les imatges internes i externes. Finalment, la part de Pragmàtica de la RV és la part que més ens interessa perquè conté l'anàlisi de la utilitat de la RV des del punt de la recerca arqueològica i l'aprenentatge als museus. Bona part d'aquesta justificació es recolzarà en idees ja establertes als apartats anteriors, pertanyents tant al primer com al segon volum.

II.2. Justificació del marc teòric

II.2.1. Introducció

La problemàtica plantejada com a punt de partida d'aquest treball de recerca m'ha portat a aprofundir en disciplines tan diverses com ara la Comunicació audiovisual, la Filosofia, les Matemàtiques, la Psicologia cognitiva, la Lingüística... De totes elles he extret fragments d'informació o noves perspectives que he pogut integrar en una estructura coherent perquè, en el fons, es refereixen a moments o aspectes diferents de l'experiència proporcionada per la RV. Per exemple, els estudis sobre percepció i la Psicologia cognitiva permetien de comprendre el funcionament més bàsic de les persones davant una pantalla d'ordinador però, quan es tractava de comprendre l'altre component del procés de comunicació, és a dir, l'estructura i significació de les imatges, calia recórrer a la Comunicació audiovisual i la Teoria de l'Art, ja que és dins aquestes disciplines que s'ha realitzat la major part de la recerca relacionada amb aquest tema. Si volia avançar en el procés i comprendre de quina manera la RV pot contribuir al procés d'aprenentatge al museu, llavors m'endinsava en el món de la Psicopedagogia i la Museologia, respectivament. La Semiòtica proporciona un marc metodològic i teòric per analitzar amb tanta profunditat com sigui necessària totes les implicacions de la problemàtica de partida –però alhora integrant tots els punts de vista recollits en una estructura coherent– i, en un segon moment, com demostra l'estudi de Kimberley Osberg (Osberg, 1997: 124), per avaluar les aplicacions de RV per comprovar la seva efectivitat educativa.

Fins a quin punt és lícit transferir la metodologia i les conclusions des d'aquests àmbits? En aquest apartat intentaré justificar la tria del marc teòric - metodològic

general i després exposaré algunes reflexions sorgides a partir de l'aplicació de les diferents perspectives a l'anàlisi de la RV.

II.2.2. Context general on es situa la tesi

Crec que el marc teòric adequat per analitzar la utilitat de la RV per la divulgació de l'Arqueologia als museus és el que proporciona la comunicació i, més concretament, la Semiòtica. La primera justificació per aquesta tria prové –com ja havia explicat a l'hora de justificar la tria de la comunicació com a cinquè vector d'aproximació al concepte de RV– del context general en què s'emmarquen les qüestions plantejades aquí, i així ho expressava en anteriors treballs, que recollien la primera part del present projecte de recerca: aquest parteix en primera instància d'una reacció davant els canvis generats per la generalització de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació, dins les quals es troba la RV (Pujol, 2002a: 9):

“Davant d'un canvi tan important en els paradigmes de la comunicació, és inevitable preguntar-se què implica per al coneixement, concretament per a l'Arqueologia i les seves formes de transmissió [...].El sorgiment de les TIC no només està transformant el debat teòric de l'Arqueologia sinó també la concepció tradicional del museu. La seva integració espontània en el discurs expositiu està trencant el model tradicional basat en la contemplació passiva d'objectes: a través de la interactivitat i l'èmfasi en la informació, s'abandona el paradigma centrat en els objectes i es passa al de la transmissió d'idees”.

Per tant, la tesi es planteja una pregunta sobre el nostre present, és un intent de comprendre què ens està passant per poder-ho “controlar”, per ser agents del nostre futur i no deixar-nos endur per les circumstàncies. I això per què? Doncs perquè si com a individus volem renunciar al dret a ser protagonistes de la nostra vida, podem fer-ho, però no pas com a professionals d'una disciplina que posseeix les profundes implicacions socials que s'han exposat al segon capítol del primer volum. La idea general que les resumeix és la següent: l'Arqueologia té com a principal objectiu la comprensió del present i la transmissió d'aquest saber a través de diversos canals, entre els quals es troba el museu. Per consegüent, és una disciplina comunicativa. Per altra banda, els museus tenen dues funcions principals, una de conservació del Patrimoni una altra d'ús de fruit d'aquests béns, a través de la presentació del coneixement científic relacionat amb ell i la construcció d'identitats a través de la participació de les comunitats en aquest procés. Aquestes dues darreres activitats es produeixen en el marc de l'exposició, que és un espai públic de contacte entre el públic i el museu, és a dir de comunicació. De fet, des de fa any s'ha construït una sòlida teoria sobre l'exposició i les seves estratègies comunicatives, que ha pres dues formes: una estrictament comunicativa –és a dir, basada en la teoria matemàtica de Shannon i l'aplicació a l'àmbit social i humanístic de Weaver– i una semiòtica –és a dir, més propera a l'anàlisi lingüística que tots/es evoquem en sentir aquesta paraula. Així doncs, com afirmava anteriorment, tot el segon volum està relacionat amb la comunicació, ja sigui des de la perspectiva de la funció de l'Arqueologia, com dels museus, com de la RV i els ordinadors. En conclusió, si la problemàtica del present treball sorgeix a partir de l'observació de les transformacions comunicatives del nostre moment històric, i les concepcions de l'Arqueologia i els museus contenen aquest vessant comunicatiu, és dins aquest àmbit que es desenvoluparà la recerca per resoldre-la. I la forma concreta

que pren és l'aproximació a través de la Semiòtica, per les raons que anirem veient a continuació.

II.2.3. La RV com a virtualització

La segona justificació prové de la definició del virtual. Recordem que la virtualització és (Lévy, 1995: 31):

« ...le passage d'une solution particulière à une problématique générale ou transformation d'une activité spéciale et circonscrite en fonctionnement délocalisé, désynchronisé, collectivisé. »

Podem concloure que, a més de per les seves característiques físiques –com ja hem vist en anteriors apartats, determinades pels ordinadors–, la RV també és un exemple de virtualització pels seus objectius, ja que es converteix en una eina per resoldre problemàtiques diverses, que poden provenir de l'Arqueologia, l'Enginyeria, l'Arquitectura, l'Art, la Medicina i altres disciplines que aprofiten les capacitats de simulació a través de la computació. Lévy explica com es produeix el procés de virtualització de diferents elements que participen en la nostra realització com a espècie i ho fa a través de la relació entre els tres pilars del *Trivium* medieval que, precisament, es correspon amb la distinció entre sintaxi, semàntica i pragmàtica pròpia de la semiòtica.

L'activitat acadèmica medieval estava formada per set arts, dividides en arts liberals i arts pràctiques. El seu origen es trobava a la Grècia clàssica, però va ser gràcies a autors com Varró o Sant Isidor de Sevilla que en va quedar definitivament fixat el nombre. Les arts liberals formaven el *Trivium*, que era el grau elemental. El *Trivium* comprenia la Gramàtica –que incloïa la Literatura–, la Retòrica –que contenia el Dret– i la Dialèctica –també anomenada Lògica. Les arts pràctiques formaven el *Quadrivium*, que era el grau superior. El *quadrivium* comprenia l'Aritmètica, la Geometria –que englobava la Geografia i la Història natural–, l'Astronomia –acompanyada de l'Astrologia– i la Música –principalment eclesiàstica (A.A.D.D., 2003a).

La Gramàtica s'ocupa de la formació d'una jerarquia d'unitats significatives – paraules, frases, textos–, a partir d'elements que no ho són –els fonemes. És a dir, que té a veure amb l'articulació interna de la llengua. La Dialèctica era l'estudi de l'argumentació i suposava l'existència de dos interlocutors que es comunicaven a través d'un sistema de signes i un món objectiu situat per ells com a mediador (Lévy, 1995: 80). Per tant, la Dialèctica comporta la relació amb l'altre/a, a través del diàleg, i també amb el món, a través de la Semàntica. Finalment, la Retòrica constituïa l'estadi pragmàtic en què no només es representa l'estat de les coses sinó que es pot actuar sobre ell, es pot transformar o fins i tot crear gràcies al llenguatge i a la capacitat de manipular i construir artefactes pròpia de l'espècie humana (Lévy, 1995: 81).

Segons Lévy, la Gramàtica és el fonament de la virtualització perquè treballa amb partícules o unitats concretes, transferibles i independents que, combinades, produeixen elements generals, convencionals, estandarditzats (Lévy, 1995: 85). Són la base de la virtualitat perquè per elles mateixes no existeixen, no signifiquen; però, precisament per això mateix, es poden combinar i donar lloc a una varietat indefinida d'ocurrències

qualitativament diferents que no es poden preveure amb antelació, a partir de les unitats mínimes, sinó que prenen el seu significat d'una actualització creadora en el propi context (Lévy, 1995: 86). La Dialèctica i la Retòrica no fan sinó completar el procés de virtualització, ja que la primera estableix una relació entre dos elements que es signifiquen mútuament, per tant, es pot dir que obre un segon món que no preexisteix a l'establiment d'aquest contacte entre les dues parts, no és real i estàtic, sinó que s'actualitza constantment a mesura que creem noves representacions del món. La Retòrica confereix autonomia a la nova creació, allibera els objectes de tota combinatòria, de tota referència per desplegar el virtual com un món independent (Lévy, 1995: 92). Aplicant-ho a la RV, la Gramàtica designaria els diferents nivells de senyals dins l'ordinador, des dels senyals binaris fins als píxels de la pantalla i el programa associat al funcionament del món; la Dialèctica correspondria a la relació entre els elements anteriors, que permet el funcionament de la reconstrucció, i la situa com a simulació del món real, és a dir, la relació amb la realitat; però, en el mateix moment de funcionar, d'establir-se com a reconstrucció interactiva, esdevé un món autònom, dotat de les seves pròpies regles de funcionament i, per tant, diferenciable de la realitat que reproduceix.

Aquest funcionament bàsic de la virtualitat que descriu Lévy justifica i recolza des d'un altre àmbit la meua tria epistemològica. I també concreta de quina manera abordar l'anàlisi: la distinció de tres nivells és pertinent perquè estem tractant amb la virtualitat, un fenomen que es manifesta en diverses esferes de la activitat humana, entre les quals es troba la comunicació i els ordinadors. Si la RV és computacional i la seva finalitat és la transmissió d'un coneixement a través de la interactivitat, serà lògic considerar-la un exemple de virtualització i aplicar-li l'esquema precedent.

II.2.4. La RV com a ordinador

La tercera justificació es situa en un nivell de generalitat encara més inferior i prové del fet que la RV està generada per un ordinador i, per tant, determinada per la seva naturalesa. A causa d'aquesta, els ordinadors permeten una justificació doble: en primer lloc, perquè estan pensats per la comunicació i, per tal d'acomplir aquesta funció, disposen d'un seguit d'elements destinats a transmetre i a interpretar símbols significatius; en segon lloc perquè són un exemple –molt especial– de virtualització.

Com hem vist anteriorment, en un principi, els ordinadors eren “simples” màquines de computar amb una petita consola per introduir i rebre les informacions. Però cada cop es va fer més necessari adequar-los a la comunicació amb l'usuari/ària i van ser dotats d'una interfície interactiva, que és la que coneixem ara i que justifica que s'anomenin “*Personal Computer*”. La teoria matemàtica de la comunicació de Shannon, que actualment serveix de marc teòric general per a qualsevol situació de comunicació, estava pensada, precisament, per mesurar la capacitat transmissiva d'aparells. Conseqüentment, s'aplica perfectament als ordinadors. En aquest cas, la màquina és l'emissor; la persona és el receptor; el codi és de tipus verboicònic perquè el canal és una combinació del visual - auditiu - tàctil/cinètic; el missatge es refereix, en el cas concret de l'Arqueologia, al coneixement sobre el passat; i la concepció de la màquina permet el *feedback* necessari entre ambdós elements perquè la comunicació s'apropi al model humà. La comunicació està molt lligada a la Semiòtica perquè consisteix en la transmissió d'un seguit d'elements ordenats de tal manera que contenen un significat, en

principi, tant per qui els emet com per qui els rep. Precisament, l'objectiu de la comunicació és que aquest conjunt de signes sigui significatiu i acompleixi la funció desitjada en el marc d'una pragmàtica concreta. Per tant, tornant al cas de l'ordinador, la sintaxi correspondria a dos nivells, el codi binari i els píxels de la pantalla; la semàntica es referiria a dos tipus de significació o, més aviat, de "traducció", és a dir, a la manera com nosaltres interpretem l'*output* i l'ordinador interpreta l'*input*; finalment, la pragmàtica ha donat lloc a la disciplina coneguda com a interacció persona – ordinador.

Vegem ara la segona qüestió. Per la seva estructura i composició, els ordinadors generen dos nivells de virtualitat: el dels senyals electromagnètics i el de la representació a la pantalla a través de distribucions de píxels que nosaltres interpretem (Cadoz, 1995: 82, 86). El contingut d'un ordinador és alhora potència i acte: potència perquè està emmagatzemat sota una forma a la memòria de l'ordinador i acte perquè s'actualitza en funció de les nostres demandes a la pantalla de l'ordinador. Les noves modalitats de document –concretament, el multimèdia– han portat aquesta característica a l'extrem: un hipertext és una matriu gairebé infinita de textos potencials, no previstos, que només es realitzaran quan l'usuari/ària explori el contingut (Lévy, 1995: 38). Així doncs, mentre que la lectura d'un text és una actualització, un hipertext constitueix l'acte contrari, una virtualització, que transforma el text en problemàtica textual (Lévy, 1995: 39). Igualment, si en l'intercanvi persona - màquina només tenim en compte la part de l'ordinador, ens trobarem davant un fenomen de potencialització però no pas de virtualització (Lévy, 1995: 40). Per aquest motiu, les imatges estàtiques no es poden considerar pròpiament virtuals, sinó possibles, perquè la virtualitat només es produeix a través de la interactivitat, de la intervenció de la persona en l'actualització dels continguts.

Aquest és un tipus de virtualitat diferent de la que Lévy i altres autors troben en els mites, el llenguatge, etc. perquè, mentre que la representació gràfica d'aquests darrers es converteix en una realitat acabada¹³², la que generen els senyals electrònics de la CPU es manté dins la virtualitat i pot ser re - actualitzada constantment. Aquest és el principal avantatge de la RV: proporciona una simulació de la realitat que participa de la flexibilitat de les representacions mentals i de la iconicitat de les representacions fixes, i això li permet no estar limitada ni per l'excessiva abstracció de les primeres ni per la corporeïtat de les segones. Recordem que la virtualització no és sinònim de desmaterialització, tot i que mantenen una certa relació. La desmaterialització no és el resultat final, sinó un mitjà per assolir la virtualitat, ja que facilita el procés d'abstracció i generalització. El cas dels ordinadors és el més evident. Si ens remuntem als seus orígens matemàtics, ens adonarem que, segons la definició de Lévy, es poden considerar una virtualització dels càlculs lògics. En lloc de tenir eines especialitzades en la computació de determinades operacions, com seria el cas dels àbacs o les balances, l'ambició de Turing el va portar a construir una màquina que fos capaç de realitzar qualsevol càlcul. Gràcies a les noves descobertes en la tecnologia de materials, ben aviat les "computadores" es van convertir en "ordinadors", és a dir, que a més de realitzar operacions matemàtiques, podien traduir qualsevol informació a un format més abstracte i, per tant, eren capaces de manipular text, imatges, so, etc.

I encara hem anat més enllà. Fa temps que l'ordinador ha superat el pas del paper a la pantalla i ara gairebé s'ha dissolt en ell ciberespai, s'ha convertit en un node de

¹³² D'aquí l'avantatge de l'ordinador sobre el paper escrit: el primer posseeix una flexibilitat, una plasticitat que no existeix en el paper perquè sobre ell ja està tot realitzat, completat.

comunicació a través del qual flueixen informacions diverses, inclosos/es nosaltres mateixos/es quan ens hi comuniquem. Estem, doncs, assistint a una virtualització de l'ordinador –que ja era virtual– en què la màquina física desapareix i es converteix en un punt d'entrada, una clau d'accés a un món navegable i transparent, centrat sobre els fluxos d'informació (Lévy, 1995: 44). L'ordinador ja no és un centre sinó una intersecció dins una xarxa, les seves funcions informàtiques s'han distribuït fins el punt que ja no es poden establir els seus límits (Lévy, 1995: 45) perquè sobrepassen la condició física de la pantalla, la torre, el teclat i el ratolí. Tot això és gràcies a la virtualitat. Lévy explicita clarament el lligam entre comunicació i virtualitat (Lévy, 1995: 36): des de la creació del llenguatge escrit, tots els mitjans de comunicació impliquen una virtualització perquè que permeten una separació en el temps i l'espai de l'element emissor i el receptor, una escissió dels seus contextos. Així doncs, la història dels ordinadors ens demostra que són el major exponent de la virtualització de la nostra societat i que, per tant, com a ordinadors i com a virtualització, permeten l'aplicació de la Semiòtica com a marc teòric i metodològic de referència.

II.2.5. La RV com a imatge

L'aplicació d'una metodologia analítica basada en els tres nivells esmentats a l'apartat anterior també es justifica definitivament per la pròpia naturalesa de les reconstruccions virtuals. Una de les característiques essencials de la RV és que està formada per imatges que el processador envia a la pantalla de la computadora. Com que, a aquest nivell, qualsevol element virtual s'expressa gràficament, la seva ontologia el porta necessàriament cap el camp de la Semiòtica. És per aquest motiu que aquí presentaré quatre idees bàsiques sobre aquesta disciplina.

La semiòtica és la ciència que estudia els signes. L'origen del terme es troba a l'estoïcisme grec però el primer de l'època moderna a fer-lo servir va ser John Locke (1632-1704), el 1690 (Hernández Hernández, 1998: 18). Charles Sanders Peirce (1839-1914) el va reprendre el 1897 i el va difondre amb els seus estudis classificatoris. Ferdinand de Saussure (1857-1913), en canvi, parlava de la “Semiologia” com a ciència que estudia la vida dels signes. Tot i que acostumen a considerar-se sinònims, en alguns casos els dos termes es diferencien clarament, ja que el terme “semiologia” designa, en castellà, una branca de la medicina (Hernández Hernández, 1998: 18). Els principals fundadors de la Semiòtica van ser Peirce i Saussure, que basaven les seves teories en la distinció entre la forma escrita del signe i el que representa. Saussure va estudiar el signe lingüístic i va establir la classificació que permet distingir i estudiar els diferents aspectes del llenguatge. Peirce va classificar els signes en funció de la relació entre significat i significat.

Com que la semiòtica estudia la comunicació –des de la perspectiva concreta de la significació–, es pot aplicar a la Sociologia, el Llenguatge, la Filosofia, la cultura, etc. En qualsevol procés semiòtic intervenen tres elements (Hernández Hernández, 1998: 19):

- El vehicle sígnic: allò que actua com a signe.
- El designatum: allò a què el signe fa referència.

- L'interpretant: l'efecte que produeix fins a convertir-se en signe, ja que un objecte no es converteix en signe fins que no hi ha algú que l'hi consideri, és a dir, que estableixi la relació entre ell i un fragment de la realitat.

Salta a la vista que aquesta caracterització del procés semiòtic presenta algunes semblances amb el procés de comunicació, en què també hi ha un codi, un canal a través del qual es transmet, un element emissor que inicia la comunicació amb una intenció i un element receptor que posa la seva voluntat a interpretar la informació que li arriba.

Els signes conformen el vehicle sígnic o codi, és a dir, un llenguatge de comunicació i, per tant, es poden estudiar des de tres aspectes diferents, que cal tenir en compte si volem comprendre la comunicació en totes les seves dimensions: la Sintaxi, la Semàntica i la Pragmàtica. La Sintaxi estudia l'estructura lògica del llenguatge, les relacions formals entre els signes o els elements que els formen, sense tenir en compte els significats. La Semàntica, en canvi, s'ocupa precisament d'això, de la relació entre el signe i la realitat que denota. La Semàntica pressuposa la Sintaxi, encara que pot prescindir de la Pragmàtica (Hernández Hernández, 1998: 21). Aquesta darrera es dedica a la relació dels signes amb els seus intèrprets i analitza els fenòmens psicològics, biològics i sociològics implicats en el funcionament dels signes; en altres paraules, estudia el context de la comunicació.

Situant-nos en l'àmbit de la Semàntica, Peirce distingia entre indicis, icones i símbols. L'indici té una connexió física amb l'objecte denotat. La icona hi fa referència en virtut d'una semblança –com en els dibuixos, els retrats, els mapes, el cine, etc.). En el símbol, la relació és convencional: és el cas, per exemple, dels signes lingüístics. Però, com que nosaltres estem parlant específicament d'imatges (dinàmiques), hem de veure com s'hi apliquen aquestes definicions generals. Arnheim distingeix tres funcions no excloents que aconsegueixen les imatges:

- Signe: Denoten un contingut particular sense reflectir visualment les seves característiques. Normalment el seu significat es determina per convenció. Els signes no són anàlegs, sinó que actuen com a referència a les coses que denoten (Arnheim, 1986: 149).
- Representació: En el cas de les imatges, retraten les coses a un nivell d'abstracció inferior a elles mateixes. Això significa que capten i evidencien alguna qualitat pertinent dels objectes o activitats que descriuen (Arnheim, 1986: 150-151). Es basen en l'analogia però no poden ser simples rèpliques, sinó que hi ha d'haver una intenció. Si es limitessin a copiar fidelment la realitat i només es distingissin del model original per imperfeccions casuals perdrien tot el seu valor cognitiu. La representació interpreta allò que retrata mitjançant un procés d'abstracció, la qual cosa no equival a dir que és incompleta. L'únic que ha d'acomplir indefectiblement és que ha de ser estructuralment similar – isomòrfica, com veiem en el capítol anterior– a allò que representa (Arnheim, 1986: 240).
- Símbol: A diferència de l'anterior, el símbol retrata les coses situades a un nivell d'abstracció superior. Qualsevol imatge pot ser un símbol si expressen més que allò estrictament visual i és l'observador/a qui hi ha d'afegir la nova càrrega cognitiva (Arnheim, 1986: 152). Les formes altament estilitzades, fins i tot,

purament geomètriques, no permeten identificar un element concret però en canvi són ideals per singularitzar les propietats particulars amb precisió (Arnheim, 1986: 156). L'únic inconvenient és que es pot aplicar a moltes coses i cal participar del codi de transmissió per acotar a què es refereix.

És evident que aquests conceptes estan molt lligats a la definició de signe de Peirce. Més exactament, el “signe” d'Arnheim s'identifica amb el “símbol” de Peirce i fa de punt de contacte entre l'aproximació lingüística i la iconogràfica. Però la descripció de les diferents funcions no es produeix per una simple transferència de continguts, sinó que està justificada –des del camp de la teoria de la imatge– per la manera com les imatges acompleixen la seva funció de modelització de la realitat. Concretament, ho fan de tres maneres: representativament, simbòlicament i convencionalment. La modelització és representativa si la imatge que substitueix la realitat ho fa a través de l'analogia, és a dir, que hi ha una correspondència estructural entre ambdues (Villafañe, 1998: 36). En canvi, parlarem de modelització simbòlica quan la forma visual porta associat un significat simbòlic i, per consegüent, hi ha una transferència de la imatge cap a la realitat, ja que ha atorgat una configuració visual particular a un fet abstracte (Villafañe, 1998: 37). Finalment, la modelització de la realitat serà convencional quan la representació ha perdut qualsevol característica analògica i fa referència als objectes a través d'una relació arbitrària (Villafañe, 1998: 38).

La RV pot acomplir o contenir totes tres funcions alhora. Si agafem només les imatges, és una representació de la realitat, una abstracció analògica que ens permet comprendre'n determinades característiques. Per això mateix, també acompleix una funció simbòlica, denota un coneixement sobre el passat –en el cas específic de l'Arqueologia– que es representa en aquelles imatges. Podem afirmar que, actualment, s'apropa més a la representació o al símbol segons que es tracti de *Virtual Heritage* –en què l'objectiu és la rèplica, la representació realista– o s'utilitzi com a model científic –en què l'objectiu és generar coneixement de tipus espacio - temporal. La màxima proximitat amb el símbol s'obté quan la RV funciona com a metàfora de la realitat, per exemple en el Museu Virtual, en el Ciberespai o en un Multimèdia. Aquí, les imatges no representen la realitat sinó que esdevenen un contenidor o una forma d'organitzar unes determinades informacions i navegar a través d'elles. En aquest estadi i en els anteriors, pot contenir elements convencionals, signes, que serveixin, per exemple, com a eines de navegació o de modificació del model o per indicar què és real i què és reconstruït, proporcionar informació verbal alternativa, etc.

Considerar la RV com a signe¹³³ permet aplicar la Semiòtica, que té un poder analític i integrador major. Construeix un marc de referència que ho vertebrava tot: la seva estructura interna, els significats que conté i la relació amb la realitat i, fins i tot, permet integrar les reflexions sobre la funció dels museus i l'Arqueologia, que correspondran a l'àmbit de la Pragmàtica, a la seva aplicació funcional. Però cal parar atenció perquè la teoria semiòtica s'ha desenvolupat sobretot des de la Lingüística i en menor grau des de la teoria de la imatge, que ha importat part de les explicacions de l'àmbit anterior. Per altra banda, la RV és més que una imatge estàtica i això genera conflictes amb el model semiòtic tradicional. En primer lloc, la RV és una imatge dinàmica i, com a conseqüència es comporta com una pel·lícula. En aquest sentit, la producció d'imatges articulades ja es pot equiparar a una construcció gramatical. Però la RV va més enllà: la

¹³³ Utilitzo el concepte en la seva accepció general, seguint la terminologia de Peirce.

seva peculiaritat és la interactivitat amb finalitat científica, que associa un component simbòlic –el raonament– a la reconstrucció del món. Per tant, la RV és doblement semiòtica: no es tracta només d’una simple representació figurativa, sinó que també pertany a l’univers del discurs i se li han de reconèixer les propietats d’aquest. És a dir, que la RV és un llenguatge de representació del món amb unes regles pròpies: posseeix una particularitat sintàctica que modifica parcialment la seva semàntica i obre nous horitzons pragmàtics.

Això també ha alterat, des del punt de vista formal, l’estructura tradicional (lingüística) de l’anàlisi semiòtica. La semàntica i la sintaxi han estat sovint difícils de destriar perquè penetren l’una en l’altra, per exemple a l’hora de tractar els nivells de significació de la imatge. També ha portat problemes d’organització perquè la semàntica de la RV conté dos nivells de discurs, el de les imatges internes –percepció i cognició, anteriors a qualsevol consideració, fins i tot de la sintaxi, perquè forma part de la base fisiològica– i el de les externes, que ja es comporten com un signe i, per tant, poden situar-se al lloc que els correspon, un cop s’ha descrit l’aspecte sintàctic. Això demostra que la transposició de la Semiòtica des de l’àmbit lingüístic al de la RV no encaixa perfectament. Per dues raons: en primer lloc perquè es tracta d’una imatge i les seves característiques i funcionament són diferents a les de la llengua; i en segon lloc, i heus aquí l’especificitat de la RV i l’aportació d’aquest treball, perquè la RV és més que una imatge estàtica i, per tant, genera un seguit de conflictes en relació amb l’estructuració semiòtica tradicional que demanen la seva modificació.

II.2.6. L’aplicació de perspectives diverses: debat sobre l’ajustament del marc teòric

La relació entre la realitat i les seves múltiples representacions s’ha tractat des de la Filosofia, la Psicologia i la Història de l’Art, cadascuna de les quals aporta una perspectiva diferent però complementària. La Semiòtica es pot considerar la cruïlla entre tots tres àmbits perquè permet integrar-los en un marc coherent. En aquest apartat exposaré el debat que aixeca la integració de diferents punts de vista en el marc teòric -metodològic semiòtic, especialment per les diferències entre la RV i els objectes d’estudi d’aquestes disciplines.

La Història de l’Art és la que presenta major nombre d’aportacions perquè posseeix una llarguíssima tradició històrica en relació amb la representació de la realitat i, per tant, ha realitzat una reflexió profunda sobre aquesta manifestació cultural humana. Però, precisament per aquest motiu, presenta problemes de cara a l’anàlisi d’alguns fenòmens actuals. Per exemple, hi ha una tendència a identificar els problemes de la iconicitat visual amb els de la pintura (Maldonado, 1994: 71), quan la RV va més enllà de les tècniques pictòriques i, fins i tot, de les imatges generades des del món audiovisual perquè es tracta d’una simulació interactiva. El dinamisme de les imatges virtuals és real i, per tant, supera les convencions tradicionals de representació del moviment. Però l’aportació de la teoria audiovisual també és insuficient perquè la possibilitat que el receptor condicioni el missatge emès per l’emissor trenca els models de comunicació pensats per a la comunicació de masses.

La semiòtica pot prendre el relleu i complementar la teoria de les imatges a partir del moment en què aquesta és insuficient¹³⁴. La Semiòtica sembla una opció encertada perquè la RV, pel seu contingut representatiu, programatiu i computacional es troba a mig camí entre la icona, la lingüística i la lògica matemàtica. Podem afirmar que la part icònica de la RV també és una proposició? Aquesta és una qüestió plantejada per Peirce i Wittgenstein i que encara no s'ha resolt completament, en part, a causa de la divergència entre els estudis artístics i semiòtics i l'excessiva influència de la Lingüística en totes les altres disciplines (Maldonado, 1994: 175). El concepte de proposició ens remet exclusivament a l'àmbit de la lògica formal perquè designa qualsevol entitat que pot expressar-se a través d'enunciats declaratius: és una declaració certa i objectiva sobre l'estat de les coses (Maldonado, 1994: 176), independent del seu estat real o dels judicis subjectius. És un fet conegut des dels orígens de la lògica formal que un sil·logisme pot ser correcte però, comparat amb la realitat, totalment aberrant. La lògica i la lingüística es toquen en arribar al significat.

Què passa amb les imatges? Els objectes que integren una imatge estan jerarquitcats i les seves relacions s'interpreten en el temps. Podem considerar, doncs, que constitueixen un exemple de raonament lògic? En general no, però depèn del tipus d'imatge. Les imatges estàtiques representen els objectes mitjançant una configuració sinòptica, és a dir, que els elements es comporten constitutivament i no pas sumativament (Maldonado, 1994: 178). Com que formen un sistema molt compacte en què els elements mantenen una relació recíproca de dependència formal, estructural i funcional, posseeixen un nivell d'heterogeneïtat molt baix i això en relativitza l'articulació, que és característica de la lògica declarativa (Maldonado, 1994: 179). Icona i proposició són construccions formals però la seva organització interna és diferent i això provoca que les seves cadenes causals no coincideixin. Per això és tan difícil expressar una proposició a través d'una imatge estàtica sense recórrer a mitjans verbals: és el que acostuma a passar amb els cartells publicitaris (Maldonado, 1994: 185).

Això passa amb les imatges estàtiques. En canvi, les imatges en moviment, com ara les pel·lícules, es comporten sumativament, és a dir que no només hi ha articulació, sinó que es desenvolupa de manera lineal i successiva. Aquests exemples s'apropen molt més a la forma proposicional. Tanmateix, la RV encara planteja una tercera forma possible ja que, si bé es comporta com una imatge dinàmica, no ho fa sempre de manera lineal i successiva, sinó que, a causa de la interactivitat, el seu discurs és obert i interromput. Des d'aquest punt de vista s'apropa més a la comunicació verbal interpersonal que no pas a la lògica proposicional. Però, si a més tenim en compte que la interactivitat existeix amb una finalitat científica, llavors estarem involucrant-hi també el raonament inferencial, que apareixerà de manera explícita a la part programativa, de funcionament intern de la RV¹³⁵. En conclusió, això justifica però amb matisos l'ús de la Semiòtica perquè la RV trenca els models semiòtics tradicionals basats en les imatges planes i estàtiques ja que es troba a la cruïlla entre aquestes, la

¹³⁴ Aquesta és una opinió que comparteixen diversos teòrics de l'Art, entre ells Maldonado (Maldonado, 1994: 107), que considera que la semiòtica de la pintura no és més que la continuació de l'herència iconològica. Altres van més enllà i situen aquesta darrera com la fase preliminar de la Semiòtica. La relació entre semiòtica i iconologia és un debat clàssic de l'Art i es pot trobar una síntesi a (Calabrese, 1985).

¹³⁵ A través de les seqüències "IF – THEN – ELSE", etc.

comunicació verbal i la lògica proposicional: tot depèn del nivell de dinamisme i/o interactivitat en què ens situem.

La RV també trenca el model semiòtic tradicional també perquè desestabilitza la distinció tradicional entre significant i significat. I ho fa de dues maneres. En primer lloc, perquè es difumina la distinció tradicional entre la realitat i la representació. Aquesta ja no és una expressió verbal i per tant abstracta, ni una imatge estàtica, realitzada en un suport clarament distingible de la materialitat dels objectes representats. Com veurem a l'apartat de semàntica, hem pujat alguns nivells en l'escala d'isomorfisme respecte de la realitat perquè la representació té com a objectiu identificar-s'hi en el màxim nombre de característiques i ens apropa cada cop més a ella. Fins el punt que ens és cada cop més difícil distingir la realitat de la virtualitat perquè percebem un món que ens envolta, que emet sons, que té moviment i que respon a les nostres accions. En segon lloc, perquè la interactivitat fa que la interpretació del sentit ja no es trobi únicament en la sintaxi inherent a la representació sinó que depengui de l'altre component de la comunicació –l'usuari/ària– i la manera com manipuli la reconstrucció virtual. Aquest efecte és màxim en el cas dels documents hipertextuals ja que les unitats de significat es troben deslligades i s'agrupen –és a dir, la sintaxi es forma– cada vegada que la persona duu terme una exploració dels continguts. Només llavors prenen un significat concret, nou, diferent de l'anterior i el següent. Lévy diu en relació amb això (Lévy, 1995: 47):

“Le sens émerge d'effets de pertinence locaux, il surgit à l'intersection d'un plan sémiotique déterritorialisé et d'une visée d'efficacité ou de plaisir. Je ne m'intéresse plus à ce qu'a pensé un auteur introuvable, je demande au texte de me faire penser, ici et maintenant. La virtualité du texte alimente mon intelligence en acte.”

L'aplicació de la semiòtica també presenta inconvenients per un altre motiu. Tot i que Piaget ja va cridar l'atenció sobre la importància del context social i cognitiu en la Semiòtica, els estudis sobre aquest tema presenten una gran influència de la lingüística estructuralista, que imposa una visió excessivament formalista i oblida que la naturalesa fonamental d'aquells signes és de tipus comunicatiu i, conseqüentment, queden limitats com a aparell analític (Maldonado, 1994: 183, 70). Així doncs, aquest treball proposa una Semiòtica no pas lingüística, sinó de la comunicació, que, a més de tenir en compte les peculiaritats de la RV –la interactivitat permet sortir del discurs formalista i entrar en el comunicatiu perquè modifica les relacions entre imatge i observador/a–, posa èmfasi en la dimensió pragmàtica d'aquesta tecnologia, tant al nivell més bàsic i general –el perceptiu– com de les aplicacions concretes: la museografia i el coneixement arqueològic.

Segons el meu coneixement, ja hi ha hagut dos intents d'aplicar la semiòtica a les TIC, duts a terme, respectivament, per Gianfranco Bettetini en un llibre publicat a Milà per Bompiani (Bettetini, 1991), i per Delia Tzortzaki en el seu projecte de recerca doctoral (Tzortzaki, 2001). Comencem per Gianfranco Bettetini. Aquest autor es va adonar de la crisi que les simulacions interactives provocaven en el model semiòtic tradicional (Bettetini, 1991: XI):

“...spiazzato sia al livello della produzione di senso (ridotta, apparentemente, qui, a una successione meccanica di interventi preordinati), sia quello dell'interscambio (soprattutto nella versione uomo-macchina), che può trasformare il destinatario in

emittente, il messaggio-testo in azione, l'immagine in un progetto enunciativo "autonomo" e imprevedibile."

Per això va intentar analitzar-los des d'una perspectiva semiòtica centrada en l'aspecte pragmàtic de la interacció persona - ordinador: pretenia demostrar que aquest enfocament podia contrarestar l'aparent trencament que produeixen i esdevenir un instrument vàlid d'anàlisi. Això no obstant, Maldonado afirma (Maldonado, 1994: 106) que els resultats de Bettetini no són gaire convinents, i fins i tot el propi autor manifesta implícitament la seva consciència d'aquest fet, ja que a les conclusions del llibre es mostra extremadament prudent i insisteix a mantenir el caire provisional de la seva proposta (Bettetini, 1991: 147-148).

Val a dir que la proposta de Bettetini es situa en una línia de reflexió lleugerament diferent de la meua però manté alguns punts de contacte. Per començar, la seva reflexió parteix de la dicotomia semiòtica tradicional entre imatge i llenguatge –termes associats, respectivament, amb l'univers del mental i l'univers del racional–, que la simulació computacional trenca i supera perquè conté alhora una part icònica i una de lògica –el conjunt de regles que controlen el món virtual–i perquè, a diferència dels mitjans de comunicació tradicionals, és interactiva. Segons l'autor no es tracta de dos àmbits completament independents i impermeables, sinó que es poden superposar parcialment perquè les produccions verbals i les icòniques s'impliquen mútuament. El concepte central del discurs de Bettetini és la "simulació", que posseeix una llarga tradició dins les manifestacions culturals humanes de tipus artístic però que amb l'adveniment de les TIC pren una nova significació. En qualsevol cas, el concepte de simulació constitueix la pedra angular sobre la qual es recolza la seva aplicació de la Semiòtica ja que implica la referència a una entitat que exerceix com a significat i atorga a la simulació la dimensió de significant (Bettetini, 1991: 7).

L'autor distingeix entre dos tipus de formalitzacions del coneixement: els models conceptuals, abstractes, propis del discurs científic, i les representacions figuratives, pròpies de l'art, que considera que es situen en un nivell ontològic i epistemològic diferent, malgrat que no són completament excloents. Això mateix succeeix amb les reconstruccions virtuals, en què un fragment de la realitat està contingut de dues maneres: com a model lògic matemàtic i com a imatge, que és la manifestació externa, comunicativa, del contingut declaratiu - procedimental subjacent (Bettetini, 1991: 77). Per tant, el primer s'associa amb el raonament lògic, mentre que la segona segueix lligada a l'acció modelitzadora artística. En opinió de l'autor, les reconstruccions virtuals simulen –tal com jo concloc al final de la secció sobre percepció– el funcionament del nostre sistema cognitiu, tot i que aquí es manifesten exclusivament a través d'imatges i, internament, queden acotades pels límits de la formalització lògica. Tenint en compte el potencial de raonament que pot desplegar un component d'intel·ligència artificial, els ordinadors es converteixen en màquines de construir significats gràfics, és a dir, construir coneixement expressat a través d'un codi visual que, internament, pren una forma proposicional (Bettetini, 1991: 110). I, com que manté una relació de semblança amb la realitat, pot considerar-se des del punt de vista semiòtic. Bettetini compara el seu cas d'estudi amb la semiòtica de Saussure i s'adona que l'estructuralisme és insuficient per analitzar-lo des del punt de vista global; per això destria els diferents components que formen un sistema de gràfics interactius per comprovar com s'hi adapta el marc semiòtic.

Una altra diferència amb la meua aproximació és que es centra molt en l'anàlisi de la interactivitat com a element pragmàtic, que compara amb la "comunicació" textual. Bettetini exposa la seva concepció d'interactivitat a través d'una limitació: segons ell, no s'ha d'entendre com a llibertat comunicativa absoluta ni tampoc com a imitació perfecta del nostre intel·lecte (Bettetini, 1991: X). Estic d'acord amb ell quan afirma que les reconstruccions virtuals es situen a mig camí entre una comunicació textual i la manipulació de la realitat (Bettetini, 1991: 125): la diferència amb aquest tipus de comunicació és que el "text" no està acabat sinó que és potencial i s'actualitza a través de la intervenció del receptor/a, que l'espai simbòlic de comunicació entre ambdós es fa totalment visible (a través de la interfície) i que, a més, comporta la necessitat de saber utilitzar uns instruments (Bettetini, 1991: 126). Tanmateix, no crec que aquest sigui el millor element de comparació perquè no es tracta d'una veritable situació de comunicació. Més que acarar-ho amb un text, es podria comparar amb una comunicació interpersonal, ja que comparteixen les següents característiques: l'espai és real, l'emissor s'adapta en temps real a les demandes del receptor/a, i no necessita una acció material que desencadeni la resposta. Evidentment, també hi ha diferències, ja que un ordinador només respondrà segons la seva limitada programació i no incorpora comunicació extrasimbòlica. Per concloure amb aquesta diferència, tot i que, al meu entendre, presenta algunes reflexions puntuals molt vàlides –com ara la de la I. A., la relació amb les imatges mentals, la classificació ontològica de la part icònica i la part declarativa de la RV, o la dimensió comunicativa de la interactivitat–, no crec que Bettetini hagi aplicat realment un marc semiòtic en la seva totalitat. S'ha centrat molt en la interacció com a exemple de Pragmàtica, però ha deixat de banda la Semàntica i la Sintaxi, que són parts que jo he procurat desenvolupar amb una certa profunditat. Pel que fa a la pragmàtica, aquest treball fa una aportació original i és que considera un segon nivell contextual, que és el del l'àmbit d'estudi en què s'emmarca aquesta recerca: els museus i l'Arqueologia.

Un altre motiu pel qual no sembla que l'aportació de la Semiòtica acabi de quallar és perquè considera molt detalladament l'aspecte declaratiu i l'aspecte figuratiu de les reconstruccions. Com que per una banda té les imatges –que ja hem vist que no permeten una aplicació total de la Semiòtica– i per l'altra té el contingut lògic –que encara ho permeten menys perquè, tot i tenir una forma lingüística, ha perdut qualsevol connotació semàntica i pragmàtica i es limiten a un pur exercici sintàctic– realment es troba que la Semiòtica queda curta. Ha servit per analitzar els gràfics interactius, però no per proporcionar un marc teòric adequat i això provoca que segueixin quedant fora del model semiòtic. Potser la causa es troba també en la premissa de partida de l'autor: el missatge bàsic del llibre és que en abordar les implicacions de les TIC cal mantenir la separació cartesiana i distingir entre l'àmbit del racional - digital i el del figuratiu - analògic. Podria ser aquest l'impediment que fa que la proposta de Bettetini no progressi? És cert que cal tenir-los en compte perquè, efectivament, la RV està formada per aquests dos nivells, però són purament descriptius, i a nosaltres ens interessa el seu vessant comunicatiu. Per tant, no hem d'analitzar els "budells" de la màquina sinó el seu resultat final, és a dir, el discurs format d'imatges dinàmiques i interactives. És com si analitzéssim la conversa amb una altra persona utilitzant només una radiografia del seu aparell fonador. La dimensió semiòtica no es troba tant en els components interns com en la capacitat de transmetre coneixement mitjançant el raonament científic basat en unes imatges. I el "raonament científic" no s'ha d'entendre com a sil·logisme lògic sinó com a aplicació d'uns procediments inductius / deductius / analògics per tal de comprovar empíricament una hipòtesi. Tot i que, en aquest cas, la praxi està

representada per una simulació de la realitat i, per tant, es basa en una analogia que, per altra banda, és necessària si ens centrem en el cas de l'Arqueologia i la seva incapacitat d'actualitzar o, més aviat, reproduir exactament uns fenòmens que ja han passat. En aquest sentit, la RV actua com a "pal·liatiu" experimental.

Finalment, també se'm pot adreçar la crítica que el que jo faig és, com diria Umberto Eco, "semiotitzar" el meu cas d'estudi, però no aplico veritablement, en profunditat, la semiòtica; per això, tot queda emmarcat dins una estructura coherent però no hi ha una veritable anàlisi semiòtica. Puc argumentar que, com també fa Bettetini, empro l'anàlisi semiòtica en aquells àmbits en què és adequada, com ara la Sintaxi i la Semàntica de les imatges, en què manllevo metodologies d'altres àmbits i comprovo com s'adequa a la RV. A més, una aplicació exhaustiva de la Semiòtica només és possible en l'àmbit de la Lingüística, ja que és per a ella que s'ha desenvolupat totalment. Però no hem d'oblidar que la Semiòtica –o la Semàntica– originalment, transcendia aquest àmbit i s'entenia com a reflexió filosòfica sobre la realitat. És en aquesta accepció més àmplia que jo l'entenc i l'he adoptada per a la meua recerca. I també és així com l'ha emprada Delia Tzortzaki en el seu projecte de recerca, que constituïa, juntament amb el llibre de Bettetini, un dels dos exemples sobre anàlisi semiòtica de la RV.

L'objectiu de la investigadora grega era, partint de la premissa que les reconstruccions virtuals actuals estan realitzades des d'una concepció positivista de l'Arqueologia i associades a través del fotorealisme tridimensional amb les nocions d'autenticitat, objectivitat i veritat sobre el passat, examinar de quina manera la RV i, més concretament, el *CAVE*, transmeten coneixement sobre el passat (Tzortzaki, 2001: 247). L'anàlisi d'aquesta qüestió s'havia de dur a terme des de dues perspectives¹³⁶: una base teòrica de tipus semiòtic i una avaluació qualitativa de la reconstrucció de la ciutat de Milet al *CAVE* de l' "*Hellenic Cosmos*", el museu creat a Atenes per la *Foundation of the Hellenic World*. L'anàlisi inicial parteix de la concepció del *CAVE* com un sistema semiòtic format pel model virtual i el/la guia humana que fa la visita. Aquests dos components contribueixen a crear un "*space of kinaesthetic illusion*" que funciona seguint un doble model: visual - espacial i textual - espacial (Tzortzaki, 2001: 248). En el primer cas, es considera que la RV entronca amb la tradició de simulació - espectacle pròpia del s. XX i per això és analitzada des de la pragmàtica específica de la creació de discursos arqueològics en el marc del museu entès com a espectacle. En el segon cas, la RV s'entén i s'analitza com a narrativa (històrica) específica, que és la forma que acostuma a prendre el discurs històric / arqueològic al museu, per veure a quin tipus de text correspon: narrativa, descripció o argument (Tzortzaki, 2001: 249). Aquesta concepció narrativa de la RV –que també han adoptat Maurizio Forte (Forte, en premsa; Forte i Franzoni, 1998) o Maria Roussou (Johnson, Roussou *et al.*, 1998)– és diferent de l'enfocament adoptat per Émilie Flon (Flon, 2002) o jo mateixa, perquè només ens centrem en la seva realitat com a imatge, mentre que ella té en compte la posició de les reconstruccions dins el debat epistemològic de l'Arqueologia.

Segons la meua opinió, la primera opció és més ajustada perquè la dimensió narrativa no prové de la tecnologia pròpiament dita sinó, en segona instància, del domini de coneixement, tant per part de les Ciències Històriques –la Història com a

¹³⁶ Dic s' "havia de dur a terme" perquè quan va escriure aquest article es trobava al principi de la seva recerca. En aquests moments ja ha arribat gairebé al final –comunicació personal a la Dra. Maria Economou– però, malauradament, no ha publicat cap altre article que ens pugui proporcionar indicacions sobre el seu desenvolupament o, fins i tot, sobre els resultats obtinguts.

narrativa– com per part del museu –la comunicació de coneixement a través del discurs expositiu. Són els continguts i/o el context els qui condicionen la forma que prendrà l'aplicació tecnològica. A més, deixant de banda els multimèdia, que, pel fet de contenir text i presentar un format hipertextual adopten més fàcilment una forma narrativa, no crec que les reconstruccions actuals s'hi apropin gaire, ni per la forma ni pels continguts perquè, en el primer cas, acostumen a ser simples imatges estàtiques i, en el segon cas, no mostren la dinàmica del passat sinó monuments restaurats. Per altra banda, tampoc no crec que aquest sigui l'objectiu / format ideal de la RV perquè, novament, desaprofita la seva interactivitat real, que es una actualització de continguts potencials a través del diàleg amb la màquina. Aquest tipus d'interactivitat és, com també afirma Erik Champion (Champion, 2005a: 121) incompatible amb la narració perquè la primera té a veure amb el present, mentre que la segona té a veure amb el passat. I això és així perquè el tipus de coneixement derivat de la interactivitat pròpia de la RV és de tipus procedimental més que no pas prescriptiu, que és el tipus que acostuma a caracteritzar les Ciències Històriques en el seu vessant narratiu. Segons l'autor australià (Champion, 2005a: 121),

“There is also an inherent conflict between the “now” promised by interaction, and the past or “prior” of the narrative. You can't have narration and interactivity at the same time; there is no such thing as a continuously interactive story”.

Per aquest motiu, si volem construir narratives textuais o visuals tenim el format audiovisual, molt més ràpid de muntar i efectiu; la RV només s'optimitza com a model científic de la realitat.

Tornant a la perspectiva semiòtica de Delia Tzortzaki, tot i que, malauradament, desconec els seus resultats definitius, crec que podem avançar que supera la de Bettetini i, en certs aspectes, fins i tot la meua. En primer lloc, perquè no es limita a la descripció dels elements constituents del sistema, sinó que adopta un enfocament pragmàtic concret –la transmissió del coneixement arqueològic al museu– i analitza les possibilitats comunicatives del CAVE, tant des d'un punt de vista teòric com des d'un punt de vista empíric, a través de l'avaluació *in situ*. Per altra banda, no compara la RV únicament amb un text o amb les imatges, sinó que té en compte la seva doble dimensió, visual i textual. Tanmateix, no entén aquest segon adjectiu des d'una perspectiva estrictament lingüística –com he intentat fer en la meua anàlisi– sinó des de la seva funció dins la disciplina, la qual cosa situa els resultats no pas dins l'àmbit de la semàntica de la RV sinó de la pragmàtica en relació amb l'epistemologia arqueològica. En darrer lloc, aquesta concepció més pragmàtica li permet analitzar una altra qüestió fonamental per a l'ús de la RV com a eina de divulgació al museu: la seva funció com a mitjà dins un altre mitjà –l'exposició– que li serveix de marc contextual.

I, per acabar aquesta discussió sobre l'adequació del marc teòric semiòtic, voldria aportar un darrer argument a la qüestió de la “semiotització” plantejada per Umberto Eco per dir que la veritable anàlisi semiòtica es pot realitzar en un segon moment, a l'hora d'avaluar experimentalment les aplicacions de RV presentades als museus: tal com proposa William Winn (Furness, Winn *et al.*, 1998: 8-9) per a l'aprenentatge en general, la distinció entre els tipus de símbols –icona, índex, símbol– creats i/o emprats, i la manera com es manipulen i es relacionen amb els objectes de coneixement reals pot constituir una eina d'anàlisi molt útil per comprendre en profunditat com s'aprèn a través de les reconstruccions virtuals. D'aquesta manera es confirma que la semiòtica és

un marc adequat per a l'objecte central d'aquesta recerca, perquè veritablement abasta tots els àmbits relacionats amb l'ús comunicatiu de la RV, des de com signifiquen les imatges fins a com s'avalua la seva efectivitat en una pragmàtica concreta.

II.3. Percepció

II.3.1. Introducció

En aquesta secció ens ocuparem de la percepció visual. La presència d'una secció dedicada a aquest tema es justifica a través de dos arguments. El primer es de tipus semiòtic. La semàntica s'ocupa d'explicar de quina manera s'estableix la relació entre significant i significat però, tradicionalment, s'ha abordat des d'una perspectiva excessivament filosòfica, és a dir, idealista subjectivista i poc empírica (Maldonado, 1994: 194). En general, l'estudi dels sistemes icònics ha intentat explicar-los exclusivament en termes de categorització conceptual i ha oblidat la categorització perceptiva (Maldonado, 1994: 184). Jo també considero que cal donar més importància a aquesta perspectiva perquè que la percepció de la realitat és anterior a qualsevol significació plàstica de les imatges, no només anterior des del punt de vista temporal sinó també causal, ja que els artefactes que puguem generar culturalment estan determinats per la nostra forma de percebre i concebre el món. Diu Umberto Eco (Alonso i Matilla, 1997):

“El signo icónico construye un modelo de relaciones (entre los fenómenos gráficos) homólogo al modelo de relaciones perceptivas que construimos al conocer y recordar el objeto. [...] Si el signo icónico tiene propiedades en común con algo, no es con el objeto, sino con el modelo perceptivo del objeto.”

Per això, tot i que aquest apartat té implicacions per a la semàntica, atesos els conflictes que provocava el fet que es tractés d'un element previ –com a imatge interna– i que alhora formés part de la semàntica –com a procés involucrat en la construcció del significat–, he decidit situar-la abans de qualsevol reflexió de tipus semiòtic, que es referirà exclusivament a les representacions externes.

El segon argument per explicar la presència d'un apartat dedicat a la percepció és que, com també afirma Lidunn Mosaker (Mosaker, 2001: 4), la RV és un mitjà de comunicació principalment visual i, per tant, cal tenir molt present com funciona la nostra percepció. A més, com que segons alguns autors la RV simula els nostres sentits, convé verificar si realment és adequada des del punt de vista sensorial i cognitiu. És a dir, si s'apropa, d'una banda, a la nostra manera de veure el món –i, per tant, podem considerar que és realista en el sentit habitual (ja veurem quines crítiques es poden aplicar al concepte)– i, de l'altra, a la nostra manera de pensar o raonar a partir del món percebut –perquè les nostres representacions internes prenen la forma d'imatges.

També he de justificar per què ens ocuparem gairebé exclusivament de la percepció visual. Tradicionalment, els sistemes sensorials s'agrupen en tres categories (García-Albea, 1999: 190):

- **Interoceptius:** estan lligats a les funcions vitals més importants i proporcionen informació de caràcter més aviat difós (associat amb dolor o plaer) sobre l'estat general d'aquests òrgans.
- **Propioceptius:** tenen a veure amb les funcions sensomotores i es divideixen en dos, el sistema cinestèsic (estructura, localització i moviment de les diferents parts del cos) i el sistema vestibular (informació i control dels els moviments rotatoris del cap i ajustament entre aquests i els moviments oculars).
- **Exteroceptius:** corresponen a grans trets amb els cinc sentits clàssics i serveixen de canals de comunicació amb el món extern.

La percepció visual, que està classificada en aquest darrer grup, es considera, juntament amb la oïda, el sentit amb una major incidència en el desenvolupament cognitiu humà (García-Albea, 1999: 191). No és casualitat que, com veurem a l'apartat sobre l'estructura anatòmica i funcional del cervell humà, estiguin lligades al procés d'encefalització de l'espècie humana, i que la majoria de sistemes de comunicació inventats per ella –sense anar més lluny, la RV– es dirigeixin a aquests sentits. És precisament aquesta la raó que justifica la dedicació a la percepció visual: és, juntament amb l'oïda, una de les nostres vies principals d'adquisició de coneixement (científic) i la RV està especialment dissenyada per a ella.

Tot i que m'antipo al debat que anirà sorgint al llarg de la secció fins a culminar al seu apartat central, cal esmentar en aquest epígraf que la distinció entre “sensorial i cognitiu” conté implícita l'assumpció que la percepció és una funció complexa, constituïda per dos tipus d'esdeveniments: uns d'automàtics i inconscients, situats a la base del procés perceptiu (“*bottom-up*”), i uns de conscients, derivats de funcions cognitives “superiors” (“*top-down*”), que es poden produir tant a l'inici com al final del procés perceptiu. Es tracta d'una tria conscient, raonada, que guiarà l'estructura i la reflexió de tota la secció fins a cristal·litzar en l'apartat sobre la “Relació entre cognició i percepció”. Aquest fa de frontissa entre una part i altra de la secció, ja que recull les conclusions sobre la relació entre percepció visual i RV, i planteja la llavor del debat sobre si pensem o no amb imatges i, per tant, de la reflexió sobre l'adequació de la RV a l'aspecte cognitiu de la percepció.

Així doncs, aquesta secció s'estructurarà de la següent manera: en primer lloc, repassaré les diferents aproximacions històriques al concepte de percepció; després explicaré els aspectes bàsics de la percepció visual –físics i fisiològics tant dels òrgans sensorials com del cervell– i veurem com es relaciona tot això amb la RV; també esmentaré breument els altres sentits i n'extraurem conclusions sobre què simula exactament la RV i com ho fa; finalment, exposaré els diferents models de funcionament dels centres de processament cerebrals. L'objectiu de tota aquesta exposició és doble: d'una banda, entendre com significa la RV en el nivell més bàsic, el de la percepció; de l'altra, determinar si la RV s'apropa als nostres esquemes cognitius i, per tant, es pot considerar una eina adequada des del punt de vista de la psicologia cognitiva.

II.3.2. Revisió històrica de les teories generals sobre la percepció visual

II.3.2.1. Introducció

La presència d'un apartat sobre la història de les teories sobre la percepció no es deu a una voluntat purament erudita sinó que respon a l'objectiu de mostrar que, a l'hora de parlar sobre les relacions entre la RV i la percepció visual, ens enfrontem a un problema previ, com és el fet que no existeix una definició unívoca i consensuada del concepte de percepció perquè no es posseeix tota la informació sobre la seu funcionament fisiològic i per tant, no queda clara la distinció entre percepció i cognició.

Al llarg de la Història s'han proposat diferents solucions, que han conformat la disciplina coneguda amb el nom de Psicologia de la percepció. Es tracta d'una branca relativament jove de la Psicologia però molt complexa per la gran diversitat de coneixements que integra. Com veurem, abans d'assolir una concepció integradora, la Psicologia va començar a descobrir la percepció des de punts de partida específics, que generaven una aproximació i una visió fragmentada. D'aquesta manera, l'enfocament tradicional optava per analitzar les reaccions davant d'estímuls específics en condicions de laboratori estrictament controlades. Aquest tipus d'estudi va produir un corpus de coneixements suficient per demostrar les seves pròpies limitacions. És així com es començaria a posar èmfasi en l'estudi de l'entorn des d'una perspectiva global, introduint la pròpia persona dins el procés de definició i configuració del propi entorn, ja que es considerava que la persona no només capta les característiques del medi sinó que construeix l'entorn d'una determinada manera (A.D., 2004b).

Per comprendre l'evolució de l'estudi de la percepció, seguiré la divisió de Julio Lillo (Lillo, 1993) en quatre etapes:

- Els antecedents: tres tradicions (física, psicofísica i empirista) que Wundt recull i integra.
- La teoria "clàssica" (segona meitat del s. XIX): Wundt, Titchener i Helmholtz.
- La crítica a la teoria clàssica: Gestalt, Conductisme, Cognitivisme, funcionalisme probabilístic, Transaccionalisme, *New Look*, processament de la informació.
- Les teories modernes: ecologia perceptiva i computació natural.

Aquesta divisió no respecta la cronologia oficial, ja que es considera el 1879, any en què es va crear el laboratori de Wilhelm Wundt, com a data fundacional de la Psicologia. Tanmateix crec que serà molt útil per resumir les característiques generals de les diverses aproximacions i, d'aquesta manera, comprendre com evoluciona l'explicació del concepte.

II.3.2.2. Els antecedents

Abans que la Psicologia existís com a disciplina independent, la Filosofia –que llavors integrava preguntes i mètodes de diverses disciplines científiques– s’havia ocupat d’explicar per què el món se’ns manifesta tal com ho fa. La resposta a aquesta pregunta passava per entendre, prèviament, de quina manera les persones reben i codifiquen la informació sobre el món.

Deixant de banda les explicacions dels filòsofs grecs, Wundt va rebre la influència de tres altres tradicions diferents. La primera va ser la que provenia de l’àmbit de la Física i, concretament, del llibre *Òptica* d’Isaac Newton¹³⁷, publicat el 1704, en què recollia un seguit de principis generals, derivats a partir dels seus experiments (Lillo, 1993: 32-33). L’aportació de la **tradició física** a la construcció de la disciplina van ser un conjunt d’instruments per descriure i mesurar els fenòmens físics que es troben a l’origen de les nostres percepcions (Lillo, 1993: 34).

La segona influència és la **Psicofísica**. Un cop demostrat que existia una diferència real entre la realitat i les nostres percepcions, la disciplina es va plantejar la qüestió de la correspondència entre aquests dos elements. Per poder-los comparar calia quantificar i dissenyar instruments per mesurar la part subjectiva de l’equació i és gràcies a aquest objectiu que Gustav Fechner va fundar la Psicofísica el 1860. En aquests primers moments, la nova disciplina es va ocupar d’establir un llindar de detecció que servís de punt partida per fixar escales de mesura de tipus psicològic. I aquests instruments es van emprar per formular lleis generals que expliquessin la relació entre l’estímul real i la seva percepció. Tot i que posteriorment s’ha comprovat que la llei de Fechner no era correcta, la psicofísica va aportar tot un conjunt d’instruments teòrics i metodològics bàsics que Wundt perfeccionaria i utilitzaria posteriorment (Lillo, 1993: 34-36).

La tercera és la **tradició empirista** anglesa, sorgida durant la segona meitat del s. XVII a Anglaterra i molt vinculada amb l’epistemologia, es va interessar per la raó de què es produïa una correspondència sistemàtica entre la realitat i la informació que ens en proporcionaven els sentits. Francis Bacon i després John Locke van postular que la ment d’una persona en el moment de néixer és com un full en blanc sobre el qual l’experiència imprimeix el coneixement. D’aquesta manera s’oposaven al Racionalisme de pensadors com Descartes, Leibniz o Spinoza, que consideraven, des d’una perspectiva platònica, que les persones arriben al món amb un conjunt de concepcions innates i que els principis del coneixement són evidents per via intuïtiva.

Partint de la premissa que tot el coneixement humà prové de la seva relació física amb l’entorn, Hume va posar les bases per treballar en afirmar que calia distingir dos tipus de percepció: les simples (posteriorment anomenades “sensacions”), que corresponien a les unitats mínimes de l’experiència conscient; i les complexes (“percepcions”), que sorgirien per associació de les anteriors. Un cop assolit aquest punt, la qüestió era explicar per què es produïen les sensacions i quines lleis regulaven la seva combinació per tal de produir informacions coherents (Lillo, 1993: 36-37). Malauradament, un dels problemes amb què van topiar en abordar aquesta qüestió va

¹³⁷ Per la redacció d’aquest capítol, a més dels documents citats en el text, també s’ha utilitzat l’“Enciclopèdia Encarta” (A.A.D.D., 2003a) com a font bàsica de referència per les biografies i definicions de conceptes i corrents de pensament.

ser, per exemple, l'ambigüitat informativa a l'hora de percebre la distància (Lillo, 1993: 37). Si, tal com havia exposat Locke, els sentits ens aportaven informació que després es demostrava que no és exacta, és a dir, que no es pot tenir assolir una certesa absoluta sobre el món, què ens garanteix que no ens “enganyen” en tot moment i que el món no és sinó un producte de la nostra ment? En el seu vessant més radical, l'idealisme, representat per George Berkeley, considerava que la informació que rebem sobre el món es pot reduir a les idees presents a la nostra ment.

Per sortir de la paradoxa solipsista en què havien convergit racionalisme i empirisme, Immanuel Kant va proposar una solució integradora en distingir tres tipus de coneixement: analític a priori –que és exacte i cert però no informatiu, perquè només aclareix allò que està contingut en les definicions–; sintètic a posteriori –que transmet informació sobre el món a partir de l'experiència, però està subjecte als errors dels sentits–; i sintètic a priori –que es descobreix per la intuïció i és exacte i cert perquè expressa les condicions necessàries que la ment imposa a tots els objectes de l'experiència. La idea de Kant era que existeix una realitat que sempre restarà desconeguda (el “*noúmenos*”) perquè els nostres sentits imposen unes condicions de percepció espàcio - temporals determinades, però dins d'aquestes podem produir coneixement totalment vàlid. El debat no es va acabar amb Kant i va continuar al llarg dels s. XIX i XX, amb les aportacions de Hegel, Husserl o Wittgenstein, per posar alguns exemples.

És molt possible que el carreró sense sortida en què va caure l'idealisme tingués el seu origen en el tipus d'informació en què s'havia basat per demostrar l'error dels sentits: les claus pictòriques de la profunditat. La representació del món sobre dues dimensions, com passa a les retines, utilitza un seguit de “trampes” –l'alçada relativa, la mida relativa o la superposició- per indicar la presència d'una profunditat de camp. Però, tal com demostren les famoses il·lusions òptiques geomètriques creades per diversos investigadors, aquestes claus poden donar informacions incorrectes o ambigües. La postura de Berkeley –recollida posteriorment per Wundt- era que el cervell les havia d'utilitzar necessàriament però que havia après a inferir la tridimensionalitat calibrant-les amb l'ajut de claus fisiològiques –l'acomodació i la convergència ocular- que produeixen una sensació de pressió ocular inversament proporcionals a la distància a què es troba l'objecte respecte de l'observador/a (Lillo, 1993: 43).

II.3.2.3. La “teoria clàssica”

És el nom que s'ha donat a la primera Psicologia científica, desenvolupada durant la segona meitat del s. XIX. Els estudis de Wundt o de Helmholtz compartien la base de les tres tradicions anteriors, a les quals es van afegir els descobriments de la Fisiologia. Aquesta va descobrir que l'experiència associada a l'activació d'un nervi sensorial depèn únicament de la seva naturalesa i no pas de les característiques de l'estímul que ha causat la seva activació (Lillo, 1993: 45).

A partir de les tradicions anteriors, la teoria clàssica va establir dues premisses bàsiques (Lillo, 1993: 46): en primer lloc que, tal com havien definit els empiristes, la sensació era la unitat mínima de l'experiència i les percepcions es produeixen per l'agregat de les primeres; en segon lloc, que la fisiologia havia demostrat que les

sensacions es produïen quan s'activava algun receptor i això es produïa en presència d'un determinat tipus d'energia. Partint d'aquestes idees bàsiques, els objectius de la teoria clàssica eren determinar les condicions que provocaven les sensacions –gràcies a la metodologia dissenyada per la Psicofísica–, les seves característiques i com es combinaven per donar lloc a la percepció (Lillo, 1993: 46).

Wilhelm Wundt (1832-1920) es considera el primer psicòleg alemany perquè que va promoure l'existència de la Psicologia com a ciència independent. Segons la seva opinió no hi havia percepció fora de l'experiència conscient i, per tant, va dissenyar una metodologia d'anàlisi basada en la "introspecció analítica" que posava èmfasi en l'observació de la ment conscient i atorgava una menor importància a les inferències a partir del comportament. També considerava que la unitat bàsica d'estudi de la disciplina eren les sensacions; per això les seves nombroses publicacions van contribuir a definir la "Psicologia analítica" o estructuralista.

Hermann L. F. von Helmholtz (1821-1894), va ser un científic alemany les aportacions del qual en l'àmbit de la fisiologia, l'òptica, l'acústica i l'electrodinàmica van impulsar el pensament científic del segle XIX. Aquest autor s'oposava a la creença kantiana que les funcions fisiològiques són degudes a forces imperceptibles. Segons la seva opinió, no només podien ser percebudes pels sentits sinó que es podien mesurar i descriure mitjançant instruments específicament dissenyats. Va ser el primer en mesurar la velocitat dels impulsos nerviosos, va descriure la fisiologia de l'ull humà i també va desenvolupar una teoria del color. Una altra de les seves aportacions fonamentals va ser la formulació de la "constància de percepció" que, segons ell, era el resultat de la capacitat de les persones de sintetitzar les experiències del passat i les senyals sensorials presents.

Tot i que en els anys següents la teoria clàssica va ser completament revisada, va aportar una gran quantitat de treballs experimentals que serien redescoberts a partir dels anys 1950 i que contribuirien a establir les bases teòriques i metodològiques de la Psicologia de la percepció.

II.3.2.4. La revisió de la teoria clàssica

Durant la primera meitat del s. XX, van aparèixer dues escoles que van criticar durament els supòsits sobre els quals s'assentava la primera Psicologia: la Gestalt i el Conductisme. Des d'un punt de vista general, es pot dir que els nous enfocaments divergien de la teoria clàssica en tres aspectes (A.D., 2004b):

- Mentre que la primera cercava les propietats d'estímuls simples, les noves tendències centraven les seves anàlisis en escenes a gran escala, considerades com a entitats globals.
- La teoria clàssica considerava que l'observador/a era un receptor passiu d'estímuls, mentre que ara se'l/se la situava dins l'entorn com un element més del sistema i no pas com una entitat aïllada. Així doncs, les persones organitzen les seves experiències a partir d'uns propòsits concrets.

- Per tant, es pot afirmar que, mentre la teoria clàssica defensava una percepció objectual, les noves escoles es situaven dins del que s'ha anomenat “psicologia ambiental”.

II.3.2.4.1. La Gestalt

Aquesta escola alemanya va tenir com a representants principals **Max Wertheimer** (1880-1943), **Wolfgang Köler** (1887-1967) i **Kurt Kofka** (1886-1941), que van desenvolupar les seves activitats més importants entre els anys 1920 i principis dels 1950. La seva oposició a les concepcions de Wundt es basava en dues crítiques que han estat fonamentals per definir la seva idea de la percepció. En primer lloc, rebutjaven la possibilitat de concebre la percepció com un agregat de sensacions. Tal com van demostrar a través de diversos experiments, les percepcions només es podien considerar de manera global, mentre que les conclusions de la teoria associacionista estaven basades en descomposicions artificials que produïen unitats fictícies (Lillo, 1993: 49). En segon lloc, des d'un punt de vista metodològic, els psicòlegs gestaltistes van rebutjar el sistema introspectiu d'anàlisi i van adoptar el model de la teoria de camp, manllevat de la física. Partint d'aquesta nova base, el seu objectiu era doble: d'una banda, determinar les causes del sorgiment de les propietats globals (“*gestalts*”), estudis que van portar a la formulació de les lleis d'agrupament perceptiu; de l'altre, descriure les seves característiques, amb el qual es van establir les lleis de figura – fons (Lillo, 1993: 49).

La Gestalt va contribuir decisivament a la consideració de la percepció com un procés global i, d'aquesta manera, també van arribar a la conclusió que la percepció està influïda pel context i la configuració dels elements percebuts. Igualment, va introduir la idea que les persones són agents actius estructuradors de l'entorn. Els seus descobriments factuais i metodològics es van estendre a altres branques de la Psicologia més “tradicional”, com ara el pensament o la memòria, però també es van adoptar en Psicologia social i psicoteràpia a través de la Psicologia Ambiental.

II.3.2.4.2. El Conductisme

El Conductisme es va iniciar als EUA de la mà de **John B. Watson** (1878-1958) a principis del s. XX, i **Burrhus F. Skinner** (1904-1990) va desenvolupar encara més aquest corrent durant el període d'entreguerres.

El Conductisme considerava que la Psicologia era una branca dins les ciències naturals i tenia les seves arrels en tres corrents anteriors. En primer lloc, l'associacionisme dels filòsofs britànics. Així doncs, a diferència de la Gestalt, el Conductisme sí creia en la possibilitat de descompondre les percepcions en unitats menors. El segon corrent és el Funcionalisme. Aquesta escola va ser precursora directa del Conductisme i s'oposava a l'Estructuralisme de Titchener –una versió “personal” de la teoria clàssica– perquè no pretenia descriure l'estructura de la ment sinó la seva funció. Per altra banda, malgrat que totes dues utilitzaven la introspecció com a eina de treball, l'entenien de manera diferent: l'Estructuralisme es limitava simplement a observar el subjecte d'estudi, mentre que el Funcionalisme afegia a qualsevol acció una finalitat (Lillo, 1993: 53). Aquesta orientació finalista provenia del tercer corrent

influent, l'Evolucionisme, del qual van adoptar la idea que les persones, com els altres éssers vius, actuen en tot moment adaptant-se al medi en què es troben.

L'exploració de la psicologia infantil i animal –en què la introspecció conscient no era aplicable–, juntament amb els seus experiments amb subjectes adults, els van portar a qüestionar el paper de la introspecció analítica (Lillo, 1993: 53). Watson no negava l'existència dels fenòmens psíquics interns, però insistia en el fet que no es podien estudiar científicament perquè no eren observables. Els experiments pioners de Pàvlov i les contradiccions observades en els experiments que aplicaven la introspecció conscient van influir directament en la concepció metodològica de Watson, que propugnaria l'ús de procediments estrictament objectius, com ara experiments de laboratori dissenyats per obtenir resultats vàlids des del punt de vista estadístic. Aquest enfocament el va portar a plantejar el comportament observable com un mecanisme d'estímul - resposta. Segons aquesta teoria, totes les formes complexes de comportament es poden mesurar perquè es tracta de cadenes de respostes musculars o glandulars simples. Fins i tot les reaccions emocionals eren apreses de la mateixa manera. Aquesta concepció va suposar un gran increment de la recerca sobre l'aprenentatge en animals i infants, iniciada pels funcionalistes, els resultats de la qual s'aplicarien durant molts anys en l'àmbit de l'educació formal i informal. Tanmateix, també va comportar una reducció dels estudis sobre percepció perquè es consideraven massa susceptibles de caure en el subjectivisme de la teoria clàssica (Lillo, 1993: 53). L'única línia de recerca que podia evitar-ho i que es va mantenir va ser la mesura dels estímuls i les respostes, és a dir, en el fons, una continuació de la Psicofísica clàssica (Lillo, 1993: 54). La principal aportació dels conductistes –d'aquí els ve el nom– és que van dotar la Psicologia d'una bateria molt important de tècniques objectives per mesurar la conducta, especialment en absència de llenguatge verbal.

Precisament, pels volts de 1950 la Psicologia havia generat un conjunt de dades prou important com perquè els nous psicòlegs experimentals americans formulessin les seves pròpies teories sobre la percepció. Skinner va desenvolupar una concepció més radical del Conductisme. Si bé compartia amb Watson la idea que l'objectiu de la Psicologia era l'estudi del comportament observable dels individus en interacció amb l'entorn, creia que els fenòmens interns, com ara els sentiments, s'havien d'excloure i s'havien d'estudiar mitjançant els mètodes científics habituals, especialment a través d'experiments controlats. Els seus treballs amb coloms li van permetre dissenyar un aparell que, mitjançant el condicionament operant discriminador (estímul positiu o negatiu provocat per la conducta), permetia avaluar les capacitats perceptives de l'individu, sempre que es pogués demostrar que efectivament no hi havia cap altre factor que intervingués en el fenomen que s'estudiava (Lillo, 1993: 57).

Durant la dècada dels 50 va començar a declinar el predomini de les concepcions conductistes. Des del punt de vista de la percepció, es va fer evident que la teoria de l'estímul - resposta era massa simplista a l'hora d'explicar el comportament dels éssers vius i que no n'hi havia prou amb la funcionalitat per entendre'l sinó que també s'havia de tenir en compte l'estructura mental, que els funcionalistes havien deixat de banda (Lillo, 1993: 59).

II.3.2.4.3. La recuperació de les idees de Helmholtz

La revolució produïda a partir de la dècada dels cinquanta va comportar el redescobriment de les teories de Helmholtz –pertanyent a la teoria clàssica–, per part de tres escoles de pensament: el Transaccionalisme, el Funcionalisme probabilístic i el *New Look*.

Una de les aportacions més importants del psicòleg decimonònic alemany havia estat la defensa de la teoria tricromàtica de la percepció del color, que havia formulat Thomas Young el 1801 (Burney, 2000). Aquesta teoria es basava en els postulats empiristes i associacionistes i partia de la premissa que combinant tres colors fonamentals es podien obtenir tots els matisos desitjats. L'ull humà funcionaria de manera similar, perquè a la retina hi hauria tres tipus de receptors adequats a tres colors diferents que activarien tres energies nervioses específiques, a partir de les quals es formaria la percepció dels diversos colors (Burney, 2000; Lillo, 1993: 59-60). El problema es presentava amb colors com el blanc i el groc, en què no hi havia correspondència entre la seva percepció conscient i les sensacions que suposadament les originaven, com sí que passava amb la resta de colors. Per resoldre aquesta aparent paradoxa, Helmholtz va postular la teoria de la “inferència inconscient”, segons la qual (Lillo, 1993: 61)

“... las sensaciones producidas por la llegada de la estimulación proximal a los receptores estaban fuera de la experiencia consciente, y eran meros datos que el cerebro utilizaba para inferir y deducir, también en forma no consciente, la naturaleza de lo percibido. Por tanto, nuestra experiencia perceptiva consciente tendería a limitarse [...] a los resultados de los procesos inferenciales de nuestros sistemas perceptivos.”

Aquesta idea comporta dos canvis transcendents: en primer lloc, s'oposa clarament a les concepcions de la resta de teòrics clàssics, que basaven la seva metodologia i les seves explicacions en la suposició que totes les experiències perceptives eren conscients; en segon lloc, conduïa a qüestionar el concepte de “sensació” provinent dels empiristes i, per tant, s'apropava a la concepció gestaltista de la percepció com a procés global. Durant els anys 1950, això va implicar una transformació del concepte de “sensació no conscient” que, a partir de llavors, s'entenia com a “dades sensorials” que el cervell interpretava per inferir la realitat (Lillo, 1993: 61). Ara la qüestió que es plantejava era com es produïa aquest processament de la informació.

Els primers estudis sobre la manera com el cervell interpretava o processava les informacions que li arribaven dels sentits van intentar evidenciar-ho a través de la creació d'il·lusions òptiques geomètriques, que demostraven la participació del cervell en l'acte de la percepció. Aquestes imatges enganyoses “recuperaven” constatacions que ja s'havien obtingut als s. XVIII i XIX però aportaven una nova manera de concebre-les (Lillo, 1993: 62). L'explicació que Ames donava al fet que, davant la seva habitació enganyosa, el cervell hi veïés una cambra rectangular amb dues persones de mida diferent, era que actuaven conjuntament l'efecte de certes claus pictòriques de profunditat i l'experiència passada com a observadors i observadores (Lillo, 1993: 64).



Figura 32: L'habitació d'Ames.

És a dir, l'habitació manipulava les convencions pictòriques sobre la profunditat per fer creure que les dues persones estaven situades a la mateixa distància, tal com passa en l'experiència quotidiana en què les habitacions són "normals". La qüestió estava en explicar per què el cervell realitzava automàticament aquesta inferència. Els psicòlegs dels anys 50, influïts per les teories de Helmholtz, invocaven la mateixa explicació: la percepció era el resultat d'inferències inconscients i no pas de l'agregat de sensacions que postulava la teoria clàssica (Lillo, 1993: 64).

II.3.2.4.4. El Cognitivisme

La Gestalt havia plantejat per primera vegada que l'observador/a juga un paper actiu en la percepció i això implicava una idea que anava en contra de la tradició conductista imperant. El Cognitivisme, que va sorgir com a resposta a les inconsistències i llacunes del Conductisme, va reprendre aquesta idea.

El punt de partida era que l'esquema clàssic del mecanisme estímul - resposta constituïa un model massa simplista. Consideraven que hi havia uns mecanismes interns que actuaven com a motors de l'experiència psicològica humana i, amb això, superaven la visió dels qui només els consideraven uns mediadors entre els estímuls i la nostra experiència d'aquests (A.D., 2004b). La concepció de la percepció canviava radicalment, ja que ara es convertia en una experiència subjectiva, que es basava en la cerca d'aquells elements que eren significatius. I també canviava el rol de la persona, que es convertia en una agent, és a dir, acomplia un paper actiu. D'aquesta manera es va passar de l'esquema estímul - resposta al de l' "input - output", que després seria abordat per les teories del processament d'informació.

El Cognitivisme va aportar dos conceptes fonamentals (A.D., 2004b):

- Hipòtesis perceptiva: intervé abans de la percepció i es refereix a les expectatives o intencions que porten a la persona a percebre un estímul d'una manera específica, amb una intenció i un significat final. Aquestes hipòtesis estan influïdes pel consens social.

- **Categorització perceptiva:** és un procés bàsic de la percepció que permet reduir la complexitat de l'entorn per fer-lo més intel·ligible. En el moment de percebre, la persona analitza els estímuls en funció de les semblances i diferències amb altres estímuls prèviament emmagatzemats i els situa dins d'unes categories presents a la seva memòria. La construcció d'aquestes categories està condicionada pel context cultural, els factors biològics, l'experiència acumulada i les relacions entre les diferents formes de representació (icònica, enactiva o simbòlica).

El Cognitivisme va suposar una revisió de les limitacions conceptuals del Conductisme i va ser fonamental perquè va plantejar definitivament una idea que estaria a la base de les aportacions posteriors: que no es pot deslligar la conducta perceptiva de la conducta en general.

II.3.2.4.5. El Transaccionalisme

Adelbert Ames (1835-1933) –al qual m'he referit en esmentar la seva famosa habitació– va ser un dels fundadors d'aquest corrent que, tot i haver aparegut als anys 50, va estar vigent durant molt de temps dins la Psicologia ambiental. Segons aquesta concepció, la percepció consisteix en un diàleg o transacció entre la persona i el medi, més enllà del simple mecanisme d'estímul - resposta. Així, la persona exerceix un rol actiu, dinàmic i creatiu en el procés perceptiu, ja que interpreta l'entorn en funció dels principis adquirits a través de l'experiència (A.D., 2004b). Si apareix algun conflicte entre la informació nova i l'experiència prèvia, s'estableix un diàleg amb l'entorn a partir del qual la persona actualitza el seu coneixement sobre aquest (A.D., 2004b). La conseqüència d'aquesta explicació és que tota la nostra experiència de l'entorn és altament subjectiva, l'hem construïda nosaltres i reflecteix les nostres necessitats i expectatives. Ames va demostrar la importància de les assumpcions prèvies a través d'un seguit d'experiments en què les expectatives interferien en la correcta percepció i portaven a la incomprensió del resultat si la persona no es podia explicar per què no era possible (A.D., 2004b; Lillo, 1993).

La perspectiva d'Ames va anticipar algunes de les idees posteriors, com ara els judicis probabilístics de Brunswik o el concepte d' *affordance* de Gibson, ja que considerava que la percepció de l'entorn consistia en la percepció d'alternatives possibles per negociar amb l'entorn (A.D., 2004b).

II.3.2.4.6. El Funcionalisme probabilístic

Egon Brunswik (1903-1955) va aportar uns conceptes bàsics que encara avui dia tenen vigència. Partia de la premissa que la informació sensorial procedent de l'entorn mai no posseeix una correlació perfecta amb aquest. Per això va descompondre els estímuls en dos tipus diferents: el distal i el proximal (A.D., 2004b; Lillo, 1993: 9-11). L'estímul distal es refereix a la realitat física, que existeix amb independència de la nostra possibilitat de captar-la. L'estímul proximal correspon a l'energia rebuda pels sensors dels éssers vius i que els permet processar la informació que conté. Com que els sentits tendeixen a acostumar-se passat un cert temps, només serà informatiu si implica

una variació espacial o temporal respecte de les condicions anteriors. Per altra banda, s'anomena proximal perquè és en aquest que es produeix el “contacte”, la interacció entre el cos i l'estímul.

Com que l'estructura de l'estímul proximal depèn de les característiques del distal, sembla lògic pensar que es produeix una correspondència directa entre l'un i l'altre. Tanmateix, els estudis han demostrat que existeix una ambigüïtat en l'estímul proximal respecte de la font que el va emetre. Això és degut al fet que les propietats distals no són les úniques que configuren les informacions amb què treballen els nostres sentits (Lillo, 1993: 12): d'una banda, l'estímul proximal està condicionat per unes característiques ambientals que no són homogènies ni en el temps ni en el espai; de l'altra, els nostres òrgans receptors imposen la seva fisiologia. I encara intervé un tercer element: per tal de superar aquesta disparitat, el cervell “treballa” perquè els estímuls siguin percebuts com a estables, independent de les variacions en el medi. És el que s'anomena constància perceptiva i que Lillo (Lillo, 1993: 13) defineix com

“...la tendencia a percibir constantes las propiedades del entorno a pesar de las variaciones en la estimulación proximal, que, supuestamente proporciona el punto de partida de su percepción.”

Atès que la percepció és ambigua, Brunswik va proposar la idea que la persona ha de realitzar estimacions sobre la veritable naturalesa del fenomen a través de l'elaboració de judicis probabilístics. Per explicar aquest procés d'origen cognitiu, va proposar el “model de lent”, segons el qual el procés perceptiu consisteix en organitzar i seleccionar d'entre tots els estímuls que conté el medi, els estímuls distals que es consideren més vàlids des del punt de vista ecològic –els més precisos– i processar els estímuls proximals que en resulten per assolir una percepció o, més aviat, segons la seva concepció, un “judici ambiental”.

La influència de Brunswik en la psicologia actual ha estat notable, especialment pel que fa a qüestions sobre presa de decisions i sociologia (A.D., 2004b).

II.3.2.4.7. L'aportació de Berlyne

Daniel E. Berlyne (1924-1976), que va publicar durant la dècada dels anys 60 i 70, s'inscriu dins el corrent de la percepció ambiental. És a dir, que l'entén com un procés global, superior a la simple captació i organització d'estímuls, en què la persona esdevé un agent actiu i orientat.

Per explicar-ho va analitzar i descriure, en primer lloc, les propietats que havia de tenir l'entorn per generar aquesta conducta exploradora; i, en segon lloc, els tipus d'exploració que se'n derivaven. Les característiques de l'entorn capaces de provocar respostes atencionals com a resultat de l'arribada d'un estímul ambiental s'anomenen “propietats col·latives” i són de quatre tipus (A.D., 2004b): complexitat, novetat, incongruència i sorpresa. Depenent de la proporció i combinació amb què es presentin provocaran algun tipus de conflicte perceptiu que incitarà a comparar aquest estímul amb d'altres anteriors per intentar resoldre'l. Si són poc conflictius, no despertaran l'interès; però si ho són massa s'abandonaran perquè la seva interpretació resultarà massa difícil. Aquestes característiques incitaran la persona a posar en marxa un tipus o

un altre d'exploració. L'exploració diversiva es produeix quan els estímuls són insuficients i la persona cerca estímuls en l'entorn que l'activin, encara que no l'interessin especialment (A.D., 2004b). L'exploració específica actua en presència d'un estímulo particular que s'investiga per reduir la incertesa o per satisfer la curiositat (A.D., 2004b).

Així doncs, Berlyne va contribuir a reforçar la idea de la persona com a agent actiu però amb l'afegit que va aprofundir en les característiques dels estímuls externs quan, fins llavors, la Psicologia de la percepció s'havia centrat principalment en analitzar detalladament l'observador/a humà/ana.

II.3.2.4.8. *El New Look*

Jerome S. Bruner és considerat el fundador de la Psicologia cognitiva gràcies a la publicació el 1965 del llibre *A study of thinking* i de la formació del 1962 del *Center for Cognitive Studies* a Harvard. Va començar estudiant la psicologia de la opinió pública i la propaganda durant la II Guerra Mundial (Hevern, 2004). Després d'entrar en contacte amb les teories de la Gestalt durant la seva estada a Harvard, va desenvolupar durant els anys 40 i 50 un nou corrent dins de la Psicologia, conegut com a *New Look*, que es centrava en continuar demostrant l'efecte de les influències externes –necessitats, valors, expectatives, etc.– en la percepció (Hevern, 2004). La revolució del nou enfocament es trobava en el fet que la seva aproximació funcionalista trencava amb la concepció filosòfica o aïllacionista de la percepció i la considerava com la combinació de l'estímul i l'estat de l'organisme (Marshall, 2000). També va ser important perquè, per primera vegada, demostrava que es podien observar i, per tant, investigar els processos mentals superiors (Marshall, 2000).

Per exemple, l'interès pels mecanismes inconscients de la percepció els va portar a desenvolupar els conceptes de “percepció subliminar” i de “defensa perceptiva” (Lillo, 1993: 65). En el primer cas –no demostrat de manera convincent– la introducció d'imatges amb una velocitat superior a la percepció conscient posseïria la facultat d'induir comportaments i, per tant, de manipular la gent independentment de la seva voluntat. El concepte intentava explicar la constatació que [(McGinnies, 1949) citat a (Lillo, 1993: 64)] les persones triguessin més estona a reconèixer les paraules quan aquestes posseïen un significat emocional que no pas quan eren neutres. Posteriorment es va dubtar d'aquesta explicació perquè plantejava una paradoxa: per trigar més temps a reconèixer una paraula amb contingut emocional, primer s'havia de reconèixer. Aquesta contradicció no existia per als psicòlegs del nou enfocament atès que ells no consideraven el mecanisme perceptiu com una única unitat de processament sinó que hi intervenien diferents mòduls treballant en paral·lel (Lillo, 1993: 65). Actualment, es considera que l'ordre de processament és serial però no pas l'ordre de l'accés fenomènic, que actua a la inversa. Per posar un exemple: tot i que les lletres d'una paraula es processen abans que el seu significat, nosaltres tenim accés conscient a aquesta informació abans que a la primera (de Vega, 1992: 270).

En els anys següents (1950-1966), després d'estudiar les teories de Vygotsky, Luria i Piaget, va desenvolupar una aproximació constructivista que el va portar a encapçal·lar els que es coneix amb el nom de “revolució cognitiva” (Hevern, 2004). L'evolució natural de Bruner el va conduir cap a l'àmbit de l'educació i els estadis de

desenvolupament durant la infantesa, ja que aquesta és una de les principals vies de formació de les categories perceptives. La seva teoria és oposada a la de Piaget, ja que es centrava en els factors mediambientals i experiencials i criticava la falta d'atenció a la influència del context polític i social (Smith, 2000).

II.3.2.4.9. La teoria del processament de la informació

Aquesta teoria correspon al desenvolupament, durant els anys 60 i 70, d'algunes de les idees sorgides en la dècada anterior, especialment en relació amb la percepció inconscient.

A més de les teories psicològiques precedents, aquest corrent també adopta nocions pròpies d'altres disciplines, com són la informació i la informàtica que, tal com mostra la semblança dels substantius, estan estretament relacionades. L'explicació es pot trobar en la coincidència temporal. En primer lloc, el 1948 és la data en què Claude E. Shannon (1916-2001) publica la seva teoria matemàtica de la comunicació que, amb progressives correccions i adaptacions, influiria en tots els àmbits de la cultura i la recerca. En el cas de la Psicologia, la percepció es passa a concebre en termes de comunicació, d'intercanvi d'informació entre un ésser viu i el medi (intern i extern). En segon lloc, aquest moment també correspon a l'esclat de la tecnologia informàtica i és per aquest motiu que, empesos per les expectatives i l'entusiasme que les màquines generaven, els primers models ideats per aquest corrent es basaven en l'analogia computacional. Aquesta comparació es basa en dos arguments (Lillo, 1993: 66-67):

- De la mateixa manera que els ordinadors estan construïts per processar dades – per això un dels seus components s'anomena processador–, el cervell processa les dades que li arriben a través dels sentits –les “sensacions no conscients”– per tal d'extreure conclusions –“percepcions”– sobre el medi.
- Un ordinador està format per dos elements integrants: el *hardware* i el *software*. Aquesta característica es pot transposar a la percepció humana, en la qual es podria distingir una part “dura” –el sistema nerviós i els òrgans dels sentits, encara mal coneguts- i una part “tova” –el “programa” que conté les ordres per regular els processos que s'esdevenen. Partint d'aquesta concepció, l'estudi de la percepció consistiria en proporcionar dades (estímuls) al programa per veure com respon i, d'aquesta manera, deduir la seva estructura funcional (Lillo, 1993: 67). En el fons, es tracta d'una versió revisada de les concepcions i la metodologia funcionalistes i conductistes.

En aquesta línia conceptual, es van dissenyar als anys 70 un seguit d'experiments que van demostrar que l'ull aprecia simultàniament dos tipus d'informació: la que mirem directament, que presenta la màxima definició perquè es projecta a la fòvea, i la que es projecta a la perifèria de la retina, que apareix desenfocada. Per saber quina de les dues informacions es processa abans va calcular el temps d'atenció dirigida globalment i localment i va arribar a la conclusió que l'anàlisi de la informació global té preferència sobre les característiques concretes (Lillo, 1993: 67-70). Evidentment, això significa que les diferents informacions es processen en paral·lel i, per tant, que l'estructura del *hardware* és de tipus modular, una idea que el *New Look* ja havia postulat.

II.3.2.5. Les teories modernes

II.3.2.5.1. *Ecologia perceptiva*

Fins ara, les teories sobre la percepció resolien la qüestió de la manca de correspondència entre estímulo proximal i distal adduint que, per superar aquesta dificultat, el cervell aprenia a través de l'experiència a generar una percepció cada cop més correcta de l'entorn. Aquesta solució empirista va ser criticada a partir dels anys vuitanta per psicòlegs que, com els gestaltistes, consideraven que de manera innata el cervell sap com interpretar les informacions que li arriben dels sentits (Lillo, 1993: 71).

Segons **James J. Gibson** (1904-1979), la percepció és més directa i menys processual del que afirmaven les concepcions cognitivistes. La percepció és global i està integrada dins el medi de manera que les propietats ambientals es perceben com a entitats significatives dins un determinat sistema ecològic (A.D., 2004b). Gibson va recollir la idea de Brunswik sobre la validesa ecològica, però considerava que no era tan interpretativa sinó molt més automàtica. Una altra diferència és que Brunswik situava el processament al nivell dels estímuls proximals, mentre que per a Gibson l'important eren els estímuls distals. Segons ell, no hi ha raons de pes per pensar que l'estímul proximal hagi de ser ambigu respecte del distal (Lillo, 1993: 73): tota la informació es troba en l'estímul i nosaltres només tenim els receptors adequats (Maiche, 2004). El problema era que la concepció associacionista i conductista de la percepció portava a dissenyar experiments únicament al laboratori, en el qual les condicions eren artificials i no reproduïen la complexitat de l'entorn quotidià. És a dir que, en condicions normals, sorgeixen un conjunt de propietats invariables –“*ambient optical array*”–, que justifiquen plenament el resultat final de la percepció. Per això, a diferència de les escoles anteriors, aquest corrent considerava que no calia estudiar els mecanismes implicats en el processament de la informació (Lillo, 1993: 73).

El punt fonamental de la teoria de Gibson és el concepte d' “*optic array*” que, en el moment de la seva formulació, va suposar una revolució respecte de les explicacions tradicionals. Aquestes consideraven, recolzant-se en els principis d'òptica establerts per Newton, que la percepció començava amb la projecció d'una imatge sobre la retina. Gibson, en canvi, va rebutjar aquesta idea perquè considerava que l'estímul que processava l'observador/a era molt més una simple imatge congelada produïda per la suma de l'*input* de cada fotoreceptor: era un patró espàcio - temporal dinàmic que contenia totes les informacions necessàries sota la forma de “propietats invariants” (Bruce, Green *et al.*, 2003: 406). El patró òptic ambiental no es pot considerar ni un estímul, ni una estructura cognitiva, ni un significat projectat, sinó que consisteix en la percepció de l'entorn des d'una perspectiva concreta, determinada per les diferents relacions ecològiques entre la persona, l'entorn físic i el social. La necessitat de moure's dins el medi i utilitzar-lo fa que la seva exploració activa permeti entrar en contacte amb els objectes de diferents maneres i, com a conseqüència, produeix patrons òptics ambientals diferents (A.D., 2004b). La informació ambiental no es construeix internament a partir dels estímuls rebuts sinó que prové de les oportunitats que ofereix l'entorn, a les quals Gibson va donar el nom d' “*affordances*”. Aquestes són propietats invariables i inherents al medi, que informen sobre els seus possibles usos (A.D., 2004b). Per tant, percebem el medi automàticament en funció de com podem interactuar amb ell. Que siguin invariables no vol dir que siguin immutables: la percepció d'aquestes oportunitats és específica de cada espècie i pot variar en funció del sexe,

edat, personalitat i també de les transformacions del medi, perquè aquest és dinàmic (A.D., 2004b).

La perspectiva ecològica de Gibson va revolucionar l'àmbit acadèmic ja que, en primer lloc, apartava el debat sobre la sensació de l'àmbit purament filosòfic i posava altre cop sobre la taula el fet que es tractava de la percepció del món exterior, una funció dirigida a la supervivència (Bruce, Green *et al.*, 2003: 408). Per altra banda, proposava una concepció de la percepció radicalment diferent de la que sostenien les teories cognitivistes del moment, en part basades en la tradició clàssica: per l'ecologia perceptiva no es produïa un agregat de sensacions en la ment –com defensava la teoria clàssica– sinó que existia una disposició física en què ja coexisteixen indissolublement les sensacions i l'experiència.

II.3.2.5.2. Computació natural

La computació natural es pot considerar una síntesi de les teories del processament de la informació i l'ecologia perceptiva. Com la segona s'interessa per la percepció quotidiana i considera que existeixen en els estímuls proximals propietats invariables que contenen claus informatives, tot i que rebutja la idea que només cal centrar-se en aquesta part del procés. Per aquest motiu, desenvolupa a partir de la primera teoria el concepte de “computació natural”, tot i que ja no hi comparteix la justificació: el processament específic de la informació per part del cervell no és una “*consecuencia inevitable de la asumida ambigüedad en la informatividad estimular*” (Lillo, 1993: 74).

No es pot afirmar que existeixi una única teoria computacional de la percepció sinó que es pot considerar una perspectiva genèrica que inclou nombrosos models de caràcter computacional. La característica comuna a tots ells és que, a diferència de l'enfocament ecològic, consideren que la percepció consisteix en una elaboració successiva o paral·lela de la informació retinal, que genera representacions intermèdies, fins a arribar al resultat final, la percepció. Tradicionalment, la perspectiva computacional havia estat estretament lligada als estudis sobre la fisiologia neural, però darrerament s'ha desenvolupat de manera espectacular gràcies als avanços en I. A. i, sobretot, a les tècniques de detecció i imatge d'activitat neural (Munar i Rosselló, 1999: 425).

David Marr, principal representant d'aquesta escola, va adoptar un enfocament constructivista de la percepció –heretat de von Helmholtz–, basat en la idea que la informació estimular progressa de baix a dalt i, durant aquest recorregut, guanya en elaboració (Blanco Martín, 2004). La seva idea era que la percepció funciona com un sistema de processament d'informació, en el qual es poden distingir quatre estadis discrets (Blanco Martín, 2004; Gordon, 1977: 231):

- La imatge: és una distribució de valors d'intensitat a la retina i constitueix el punt de partida de la visió.
- L'esbós primari: en aquest nivell es processen les dades en brut per explicitar la informació espacial que hi està continguda i, d'aquesta manera, poden inferir les superfícies.

- L'esbós 2 ½D: aquí es fan explícites les informacions referents a la profunditat i la orientació però encara centrades en el/la receptor/a. Aquest nivell s'apropa a la perspectiva ecològica de Gibson, ja que consisteix en l'extracció d'invariants sense apel·lar a cap coneixement previ.
- La representació 3D: s'assoleix una representació del món, estable, centrada en l'objecte, independent de la posició espacial de l'observador/a, gràcies a la intervenció dels continguts d'alt nivell emmagatzemats a la memòria.

És evident que aquesta explicació, tot i que s'apropa a la perspectiva ecològica en les primeres fases, en difereix perquè considera que la percepció és un procés inferencial, mentre que Gibson opinava que la informació és extreta des del medi i, per tant, no hi ha mecanismes interns d'extracció de la informació. Una altra diferència rau en el fet que Marr considera que les constàncies involucrades en l'acte perceptiu es troben a la memòria mentre que Gibson les situava en el propi estímul. A més, no creia que fossin necessaris per completar la pobresa de l'estímul, sinó que formaven part de tota la informació que el medi proporcionava i que era completa en la mesura que depenia de les nostres necessitats d'interacció. Així, la extracció de la informació forma part de la conducta de l'individu, mentre que els computacionalistes destrien diferents tipus d'activitat, relacionats respectivament amb l'obtenció de dades i el processament d'aquestes per part d'una entitat superior per tal que siguin comprensibles (Blanco Martín, 2004). La teoria de Gibson exigeix l'acció d'un organisme sobre un medi, mentre que la de Marr –tal com va plantejar Brunswik– exigeix una successió de judicis sobre les dades precedents d'aquest.

II.3.2.5.3. Les darreres tendències

Actualment la Psicologia de la percepció ha adoptat una perspectiva de tipus experimental, que combina les aportacions de diversos àmbits i corrents de pensament: juntament amb la Psicofísica, les simulacions computacionals i la Biologia. La reunió d'aquestes perspectives conforma la Psicologia de la percepció com a ciència cognitiva (Maiche, 2004).

Com a exemple actual es pot citar David Eagleman, que treballa al *Laboratory for Perception and Action* del Departament de Neurobiologia i Anatomia de la Universitat de Texas. Ell té com a principal àmbit d'estudi la percepció del temps. Els seus treballs han evolucionat des de la fisiologia dels òrgans perceptius, cap a la Psicofísica i la Neurobiologia en relació amb la percepció del moviment. Això l'ha portat a tractar el tema del temps i la causalitat i, conseqüentment, del paper de la intenció. També ha fet incursions en l'àmbit de l'aprenentatge.

La recerca d'Eagleman constitueix un exemple de per on van els estudis de percepció actual, ja que es situa a la cruïlla entre el comportament, la Psicofísica, la computació i la Neurobiologia. Molts dels seus projectes segueixen la pauta següent: comencen amb l'observació d'un fenomen perceptiu, que seguidament és acotat mitjançant mesures psicofísiques (amb il·lusions perceptives, etc.); finalment, s'intenta validar la hipòtesi formulada a través d'experiments d'aquesta mateixa mena i de l'estudi del funcionament del cervell al nivell cel·lular, prenent com a marc teòric la computació.

II.3.3. Aspectes bàsics de la percepció visual

II.3.3.1. Introducció

Segons es desprèn de la revisió anterior la visió i la percepció no són el mateix. Els diferents autors proposen aquesta distinció perquè s'ha demostrat empíricament que diferents animals veuen una imatge diferent davant d'una mateixa escena. Així doncs, la sensació o la visió designaria l'enregistrament físic del patró d'energia, un procés global integrat per tres operacions: la recollida selectiva de la llum provinent del món exterior, la projecció d'aquesta llum sobre una superfície fotoreceptora i la conversió de l'energia lumínica en energia química i elèctrica, que és el "codi" propi del sistema nerviós. En canvi, la percepció correspondria a un procés molt més complex, aquell que es produeix després de la retina i que condueix a la "interpretació" d'aquell estímul concret. Aquesta postura sembla recolzada per la pròpia estructura dels sistemes sensorials. Normalment, quan es parla dels sentits es pensa només en els receptors perifèrics però, en realitat, els ulls, la oïda, etc. només són la part més exterior d'un sistema sensorial integrat per tres components principals (García-Albea, 1999: 187-188):

- **Receptors sensorials:** poden estar constituïts per terminacions nervioses lliures o bé per estructures cel·lulars diferenciades. La seva funció és convertir l'energia que arriba de l'exterior en els impulsos electroquímics que exciten el cos neural.
- **Vies aferents:** són les ramificacions de les neurones que van des dels receptors fins al cervell i poden tenir estacions intermèdies. S'encarreguen de transmetre l'impuls nerviós d'unes neurones a les altres a través de les successives sinapsis.
- **Àrees de projecció cortical:** corresponen a les diverses agrupacions de neurones del còrtex cerebral, connectades de manera més o menys directa amb les vies aferents de cada sentit i també entre elles a través de les àrees d'associació. Des del punt de vista estrictament neurofisiològic, a compleixen dues accions: integrar els impulsos nerviosos procedents d'un mateix conjunt de receptors i interactuar amb altres àrees per tal d'establir una comunicació entre modalitats sensorials diferents i formar agrupacions neurals supramodals, que corresponen a les respostes cognitives "superiors". En aquest sentit, els estudis han permès de reconèixer l'existència de tres àrees de projecció, dividides en primàries, secundàries i d'associació, en funció del grau de relació amb els receptors (García-Albea, 1999: 189).

En canvi, la perspectiva ecològica rebutja la seqüència clàssica del procés de percepció des de l'estímul al seu processament i potencial emmagatzematge per part de les funcions cognitives "superiors". La distinció no és una simple qüestió de detall sinó que conté implicacions transcendents per la conceptualització i l'explicació del procés. Així doncs, no es pot distingir entre percepció i visió, entre recepció i processament, perquè tot forma part del mateix procés anomenat percepció. Malgrat les subdivisions en la nomenclatura, totes dues concepcions comparteixen la idea que la percepció no es limita a una recepció passiva d'energia, sinó que té una finalitat concreta: és una comunicació activa dels éssers vius amb el seu entorn que té com a objectiu el desenvolupament i la continuïtat de la pròpia vida. En paraules de Julio Lillo (Lillo, 1993: 3) es pot definir com

“... el conjunto de procesos y actividades, relacionados con la estimulación que alcanza a los sentidos, mediante los cuales obtenemos información respecto a nuestro hábitat, las acciones que efectuamos en él y nuestros propios estados internos”.

En la majoria de casos, s’ha considerat la percepció visual com un procés en el qual es pot distingir una base física –la llum l’estructura funcional dels ulls i el cervell– i el desenvolupament d’unes activitats més o menys conscients per part dels individus, referides a la utilitat de la visió per reconèixer el món, per organitzar-lo en categories significatives que serviran de guia per una acció dirigida a donar una resposta adequada. Aquesta és precisament l’estructura que guiarà el present apartat. Però abans em referiré breument a la naturalesa de l’estímul distal, és a dir, la llum, perquè és ella qui fa possible la visió amb anterioritat a la percepció sensorial i el processament cerebral per part dels éssers vius i sobretot perquè algunes d’aquestes informacions serviran per comprendre qüestions posteriors, com per exemple la formació del color a la RV en comparació amb la nostra percepció d’aquest. La present secció serà relativament llarga però això es justifica pel fet que reflecteix l’exhaustivitat del procés de cerca d’informació per tal de realitzar inferències el més exactes possible sobre l’adequació de la RV a la nostra percepció sensorial, i aquest és un àmbit d’estudi especialment complex.

II.3.3.2. La llum

II.3.3.2.1. La naturalesa de la llum

En un sentit ampli, la llum es la zona de l’espectre de radiació electromagnètica que s’estén des dels raigs X fins les microones, i inclou l’energia radiant que produeix la sensació de visió. La llum és l’element fonamental de la percepció visual perquè informa de la presència d’objectes, de la seva forma i de les relacions mètriques entre ells i amb l’entorn. La percepció consisteix en la captació dels estímuls lluminosos reflectits pels objectes (Arnheim, 1987: 250).

La definició de la naturalesa de la llum ha estat, tradicionalment, un problema fonamental de la física. Isaac Newton va descriure la llum com una emissió de partícules, però l’astrònom, matemàtic i físic holandès Christiaan Huygens va desenvolupar la teoria segons la qual la llum es desplaça amb un moviment ondulatori. Actualment, es creu que aquestes dues teories són complementàries, i el desenvolupament de la teoria quàntica ha portat a reconèixer que, en alguns experiments, la llum es comporta com una corrent de partícules i, en d’altres, com una ona. En les situacions en què la llum presenta moviment ondulatori, l’ona vibra perpendicularment respecte de la direcció de propagació; per això, la llum pot polaritzar-se en dues ones perpendiculars entre elles.



Figura 33: Espectre de la llum blanca.

Així doncs, la llum correspon a oscil·lacions extremadament ràpides d'un camp electromagnètic, en un rang determinat de freqüències que poden ser detectades per l'ull humà. L'espectre de la llum visible sol definir-se per la seva longitud d'ona, que es més petita en el violeta i màxima en el vermell. Les freqüències majors, que corresponen a longituds d'ona més curtes, inclouen la radiació ultraviolada, i les freqüències encara més elevades estan associades amb els raigs X. Les freqüències menors, amb longituds d'ona més altes, es denominen raigs infrarojos, i les freqüències encara més baixes són característiques de les ones de ràdio. La majoria de la llum procedeix d'electrons que vibren a aquelles freqüències en ser escalfats a una temperatura elevada. Com més alta és la temperatura, més augmenta la freqüència de vibració i més blava és la llum produïda.

De totes maneres, la practica totalitat d'energia lluminosa que reben els nostres ulls no prové de fonts monocromàtiques, com ara els làser, sinó de fonts que emeten energia en diverses longituds d'ona. Les més habituals són les de tipus incandescent perquè produeixen energia lluminosa quan han assolit una determinada temperatura. D'entre aquestes, la més important és el sol, però l'ésser humà ha creat fonts artificials, que acumulen més energia en una o altra longitud d'ona i per aquest motiu les percebem de diferents colors (Lillo, 1993: 248).

II.3.3.2.2. El color

El color és un dels atributs que més influeixen en la manera com ens relacionem amb l'entorn. Com a sensació experimentada pels éssers humans i per determinats animals, la percepció del color és un procés neurofisiològic molt complex.

Els diferents colors de la llum tenen en comú el fet de ser radiacions electromagnètiques que es desplacen amb la mateixa velocitat, aproximadament 300.000 km/s. Es diferencien per la seva freqüència i longitud d'ona –la freqüència és igual a la velocitat de la llum dividida entre la longitud d'ona. La longitud d'ona de la llum és tan curta que acostuma a expressar-se en nanòmetres (nm), que equivalen a una milionèsima de mil·límetre. L'espectre visible es troba en el rang entre els 350 i els 750

nm. La llum blanca és la suma de totes aquestes vibracions quan les seves intensitats són aproximadament iguals.

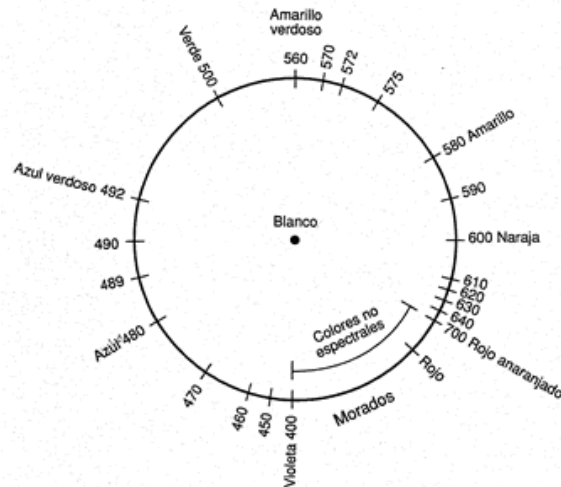


Figura 34: El cercle de colors. Els desplaçaments en el perímetre representen canvis de matís; els moviments dins un radi, canvis en la saturació.

En qualsevol radiació lluminosa es poden distingir dos aspectes: un de quantitatiu, la seva intensitat i un de qualitatiu, la seva cromaticitat. Aquesta està determinada per dues sensacions que aprecia l'ull: la tonalitat i la saturació. Una llum composta per vibracions d'una única longitud d'ona de l'espectre visible és qualitativament diferent d'una llum amb una altra longitud d'ona. Aquesta diferència qualitativa es percep subjectivament com a tonalitat. La llum amb longitud d'ona de 750 nm es percep com a vermella, i la llum amb longitud d'ona de 350 nm es percep com a violeta. Les llums de longituds d'ona intermèdies es veuen blaves, verdes, grogues o taronges, segons s'avança des del violeta al vermell.

Tots els objectes presenten la propietat d'absorbir i reflectir certes radiacions electromagnètiques, tot i que aquesta no és l'única forma de produir color. La majoria dels colors que experimentem normalment són barreges de longituds d'ona que provenen de l'absorció parcial de la llum blanca. Gairebé tots els objectes deuen el seu color als filtres, pigments o pintures, que absorbeixen determinades longituds d'ona de la llum blanca i reflecteixen o transmeten les altres; aquestes són les que produeixen la sensació de color, que es coneix com a color pigmentari (Villafañe, 1998: 112). El color pigmentari i el color lumínic són diferents. Els colors primaris de naturalesa lumínica són el vermell, el verd i el blau; en canvi, els de naturalesa pigmentària són el vermell, el groc i el blau (Villafañe, 1998: 114). També funcionen de manera diferent ja que, per exemple, quan barregem groc i blau obtenim verd, mentre que si barregem llum blava i llum groga obtenim llum blanca. La clau d'aquest fenomen no es troba en el tipus de síntesi cromàtica que es faci servir per aconseguir determinat color, sinó en la relació que existeix entre la llum i la matèria, ja que són les molècules que la constitueixen les qui determinen el comportament de la llum que incideix sobre ells. Per això cal separar els sistemes (químics) d'obtenció del color de la naturalesa (lumínica) d'aquest element.

Les magnituds que defineixen físicament un color són la longitud i l'amplitud de les ones de llum, però l'experiència sensorial que produeixen és molt més tangible i immediata que aquestes formalitzacions científiques i, per aquest motiu s'expressa a

través de les seves propietats sensorials. Des del punt de vista de la percepció, els paràmetres que defineixen un color són (Kalawsky, 1993: 64; Lillo, 1993: 373):

- **Matís:** qualitat experimentada en un color.
- **Saturació:** grau de puresa o proporció del color cromàtic pur en la percepció.
- **Brillantor:** intensitat amb què s'experimenta el color.

I és que el color no és energia ni és quelcom que posseeixin els objectes. És, sobretot, una experiència sensorial. Perquè no hi ha color fins que no es processen els estímuls lumínics que arriben al cervell; abans, és un fenomen potencial. Per això el color requereix la presència conjunta de tres elements fonamentals (Villafañe, 1998: 112): un emissor de l'energia –la llum–, un mitjà que la moduli –les superfícies dels objectes– i un sistema receptor específic –la retina. Aquest darrer és el que veurem a l'apartat sobre percepció del color.

II.3.3.2.3. Òptica geomètrica

L'òptica geomètrica s'ocupa del comportament de la llum i és necessària per entendre de quina manera la llum transporta la informació essencial per a la supervivència els éssers vius, ja que hi intervenen quatre fenòmens òptics que poden modificar la trajectòria de les radiacions:

- **Dispersió:** Designa el canvi de trajectòria que es produeix quan la llum es desplaça a través d'un medi per efecte de les molècules que el componen. En el cas de l'atmosfera terrestre, la conseqüència d'aquest fenomen és que el cel “queda il·luminat”. Una altra conseqüència és la “perspectiva aèria” i guarda una relació directa amb la percepció de la profunditat: degut a la dispersió atmosfèrica, com que el grau de difuminació és una funció directa del gruix de la capa que s'ha de travessar abans d'arribar a l'ull, els objectes més llunyans semblaran més difuminats que els més propers, que es veuran més nítids (Lillo, 1993: 264-265).
- **Difracció:** Tot i que també es produeix en un medi òptic, aquest fenomen és lleugerament diferent de l'anterior perquè s'esdevé quan un fotó es desvia de la seva trajectòria a causa de la proximitat d'un cos opac. En el cas de la visió humana, aquest cos opac és la pupil·la, ja que per penetrar dins l'ull la llum l'ha de travessar. Com més llum hi ha, més es contrau la pupil·la i més augmenta el grau de difracció (Lillo, 1993: 266).
- **Reflexió:** Tenim coneixement dels objectes gràcies al fet que en major o menor mesura reflecteixen la llum que els arriba. En el cas de les superfícies polides, l'angle d'incidència i el de reflexió tenen el mateix valor i, conseqüentment, només reflecteixen la llum en una única direcció. Això no significa que només es puguin veure des d'un únic angle. Aquesta situació es produiria en el buit absolut, però, en el cas de la vida quotidiana, l'atmosfera dispersaria la llum i una part arribaria fins als nostres ulls. En el cas de les superfícies mats, com que la superfície és irregular, la llum surt projectada en totes direccions. En

condicions normals, els objectes es situen dins un continu entre aquests dos extrems i, per tant, tenen tendència a reflectir la llum en orientacions diferents encara que alguna d'elles posseeix una major intensitat (Lillo, 1993: 268). En aquest apartat també s'ha d'esmentar la reflectància. Aquesta propietat es refereix a la proporció de llum reflectida, és a dir, a la quantitat de llum que reflecteix un objecte en comparació amb la llum que ha rebut. Els estudis han demostrat que els objectes tenen un determinat color perquè que reflecteixen més unes longituds d'ona que unes altres. En el cas del blanc, el gris i el negre, la reflectància es manté pràcticament estable en totes les longituds (Lillo, 1993: 268-269).

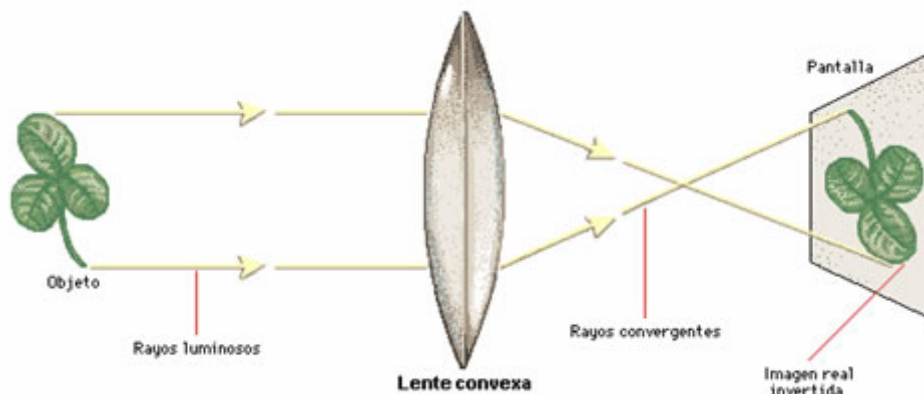


Figura 35: Esquema de funcionament d'una lent convexa, que és el tipus que correspon al cristal·lí de l'ull.

- **Refracció:** Aquest fenomen es produeix quan un fotó passa d'un medi a un altre i és degut a la resistència que ofereixen les molècules, que fa variar la velocitat del desplaçament. Atès que la llum ha de travessar diferents capes, abans d'“impressionar” la retina, aquest és el mecanisme fonamental de funcionament dels ulls: per tal que la imatge sigui ben nítida, posseïm una lent –el cristal·lí– que modifica i adequa el seu grau de convexitat (Lillo, 1993: 270-271).

La llum porta informació perquè l'estructura de les ones de llum que arriben als nostres ulls està determinada per la naturalesa i posició de les superfícies des d'on ha estat reflectida (Bruce, Green *et al.*, 2003: 6). En un punt concret de l'espai on es situa l'ésser que percep arriben infinits segments de llum amb una intensitat i composició espectral diferents en funció de la textura de les superfícies dels objectes que l'envolten. Això significa que, gràcies a l'enorme velocitat de la llum, el patró espacial i temporal de llum que convergeix en un punt proporciona instantàniament informació sobre l'estructura de l'entorn i els esdeveniments que s'hi produeixen, de manera que s'hi pot respondre immediatament (Bruce, Green *et al.*, 2003: 6).

II.3.3.3. Anatomia i fisiologia de l'ull humà

II.3.3.3.1. Introducció

Els diferents descobriments i teories que s'han anat produint al llarg de l'evolució històrica de la Psicologia de la percepció han demostrat que, tal com plantejava a la introducció d'aquest capítol, cal distingir entre la informació que reben els ulls i el resultat final d'aquesta estimulació. Qualsevol òrgan sensorial no és més que un filtre que extreu i codifica una part de la informació total disponible en el medi i l'envia al cervell, que la interpreta en funció d'un problema plantejat originalment. Efectivament, (Fischler i Firschein, 1987: 208) les anàlisis de la informació produïda per l'ull humà demostren que, en un moment concret, l'ull ha recuperat només una part de l'espectre electromagnètic total i ha extret una imatge de l'escena des d'una perspectiva espacial concreta.

Així doncs, l'assumpció per part de la gent que els ulls són com aparells fotogràfics s'ajusta poc a la realitat. En altres espècies, com ara la granota, això es fa encara més evident ja que els ulls els funcionen com a detectors preparats per "activar" el sistema només en presència de determinats estímuls. Així, davant una escena estàtica, els ulls envien poca informació al cervell; però quan hi ha un objecte que es mou, els ulls envien grans quantitats de senyals perquè la granota actuï en funció de si es tracta d'una possible presa o un enemic (Fischler i Firschein, 1987: 208). Aquesta constatació també demostra que, com també apuntava a la introducció, no som simples receptors passius sinó que, quan ens interessa, centrem l'atenció en aspectes concrets del nostre entorn a la recerca d'informació que resolgui un "problema" concret (A.D., 2004b). En conclusió, tal com he plantejat a la introducció de l'apartat, seria més apropiat considerar la percepció visual no pas com la simple recepció de patrons lumínics sinó com un procés complex pel qual convertim la informació sensorial en coneixement significatiu sobre la forma, el color, la identitat o la configuració d'una escena (Fischler i Firschein, 1987: 208). És a dir, que es tracta d'una funció biològica més activa que mecànica i, per tal d'entendre-la de la manera més completa possible, en aquest apartat considerarem la percepció alhora des d'un punt de vista estructural i funcional.

Una altra creença generalitzada és que, partint de la constatació que existeixen diferents tipus d'ulls i de percepcions, els éssers humans posseïm el sistema que ens permet percebre el món de la manera més objectiva. La percepció de l'entorn és fonamental per la supervivència. La inferència lògica és que l'ideal seria extreure el màxim d'informació possible, però cal tenir present que l'adquisició i processament de la informació comporta un preu en energia, complexitat organitzativa i possibilitat de disfuncions (Fischler i Firschein, 1987: 209). Per consegüent, no existeix un estàndard de percepció ideal, sinó que la definició d'allò que és biològicament útil depèn del medi i varia molt en funció dels diversos éssers vius. Aquesta correspondència directa entre el sistema perceptiu i el tipus d'entorn es pot apreciar revisant el procés evolutiu dels sistemes de percepció visual, des dels éssers que reaccionen a la llum perquè tenen fotoreceptors a la pell, fins els complexos ulls còncavos dels pops, passant pels ulls compostos dels insectes.

Els primers només necessiten percebre la presència de llum; els ocel·les ja són capaços de detectar la direcció de la llum sense que això requereixi un sistema nerviós gaire sofisticat perquè l'animal es desenvolupa en un entorn informatiu molt immediat

(Lillo Jover, 1993: 278). Els ulls compostos o convexos, que poden treballar superposant o bé enganxant la imatge creada per cada unitat, no proporcionen una informació molt precisa sobre la forma i només poden formar una imatge “similar a la realitat” per objectes molt propers (Fischler i Firschein, 1987: 211). Per altra banda, el nombre de fibres nervioses que arriben al cervell és molt inferior al dels mamífers i no necessiten un sistema nerviós gaire complex, si més no en relació amb la percepció visual (Fischler i Firschein, 1987: 212) –la prova és que la majoria de recursos es destinen a altres sentits, especialment, l’olfacte- però, en canvi, cobreixen un camp visual molt ampli. Els ulls còncavs presenten l’avantatge de formar una imatge nítida però, en contrapartida, el seu camp de visió no és gaire ampli perquè només deixen passar la llum provinent d’una única direcció.

Com poden ser millors de cara a la percepció del moviment aquests ulls fixats en un punt concret respecte dels fotoreceptors repartits per tot el cos? En el cas dels insectes, la forma convexa dels seus ulls cobreix la pràctica totalitat del camp visual al voltant del seu cos. Els ulls còncavs presenten dues posicions: lateral i frontal. En el primer cas, la visió panoràmica s’aconsegueix situant els eixos dels ulls en un angle pràcticament perpendicular respecte del cos. Aquesta posició permet veure un depredador aproximant-se des de gairebé qualsevol direcció que és, precisament, el que els primats necessiten. En canvi, als depredadors els cal poder detectar preses a grans distàncies i per això han buscat una solució que proporcioni major acuitat. Aquesta s’aconsegueix situant els ulls frontalment, com en els primats, o en una posició intermèdia, com en les aus de presa que, a més, posseeixen uns ulls molt grans per augmentar la imatge projectada. L’inconvenient dels ulls en posició frontal és que es redueix el camp visual però en canvi augmenta la mida del camp binocular, és a dir, de l’espai cobert alhora per tots dos ulls. El fet que una mateixa informació entri per dos canals permet millorar de manera important la seva precisió però també implica un preu des del punt de vista del processament: per això calen cervells més grans que consumeixen més energia. Per altra banda, el problema del camp visual es resol parcialment a través del moviment ocular. Un requisit que també és imprescindible quan la retina presenta un punt cec i dues zones de fotoreceptors amb acuitats clarament diferents (Bruce, Green *et al.*, 2003: 21).

A més de la detecció de la forma, també intervé en la percepció visual la detecció del color. Tal com veurem posteriorment, perquè una cèl·lula de la retina sigui capaç de detectar un tipus determinat de color ha d’ignorar necessàriament els altres, la qual cosa significa que l’habilitat de percebre els colors implica una pèrdua de sensibilitat quan la llum és feble i la possibilitat de no detectar un moviment perquè l’objecte en qüestió no presentava un contrast de color suficient. Així doncs, el color seria més aviat un inconvenient per aquells organismes que utilitzen els seus ulls per detectar més que no pas per identificar els objectes. Per aquest motiu molts animals no perceben el color. Els insectes, per exemple, estan preparats per detectar moviments en un camp visual ampli i profund, proporcionat per un ulls “composts”, fixos, situats a ambdós costats del cap. D’entre els mamífers, només l’espècie humana i alguns primats ho fan, així com també els ocells diürns, la major part dels rèptils, tots els peixos, les abelles i alguns mol·luscs, com les sípies i els pops (Fischler i Firschein, 1987: 213).

Aquest repàs del tipus d’ulls demostra que les característiques físiques, perceptives i intel·lectuals estan interrelacionades i evolucionen com un tot coherent però que no s’han d’entendre com una evolució lineal i ascendent, sinó com una adaptació selectiva al medi, un compromís entre les necessitats de les espècies per detectar millor els

patrons espacials i l'optimització energètica. El problema és que la manera tan especialitzada que tenim els humans d'obtenir informació del medi ens fa difícil apreciar que hi ha altres sistemes igualment d'eficients dins el seu entorn. I ara, després d'haver aclarit aquestes dues qüestions, passem a parlar de la base física de la percepció humana, començant per l'estructura anatòmica i funcional de l'ull.

II.3.3.3.2. Estructura anatòmica de l'ull humà

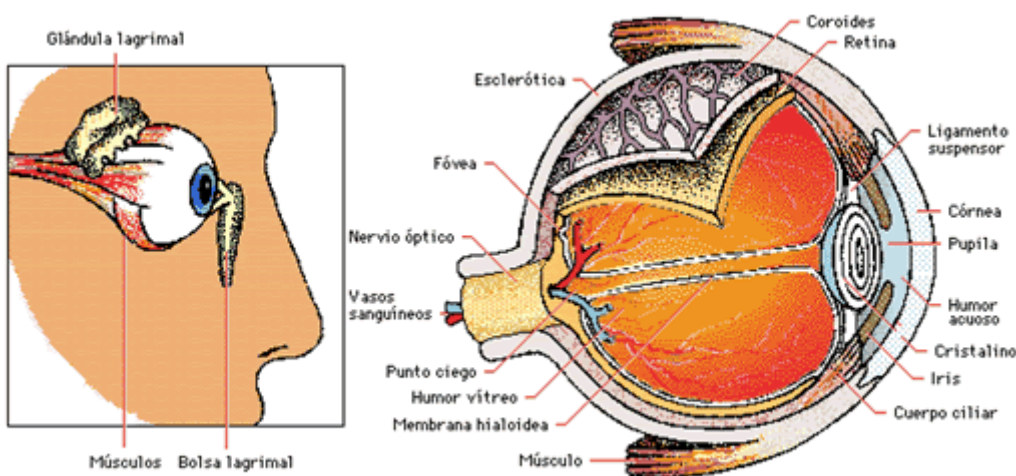


Figura 36: Secció transversal de l'ull humà i posició dins el crani.

Els dos ulls humans estan situats a la part anterior del crani, a la cara, dins sengles cavitats òssies anomenades òrbites, que els protegeixen. També els protegeixen grans quantitats d'una matèria grassa que absorbeixen l'energia derivada d'un impacte. Cada ull està aguantat per sis músculs extraoculars que permeten un moviment de 50° sobre el pla horitzontal i entre 40° i 60° en el vertical (Kalawsky, 1993: 45). El camp visual instantani és d'aproximadament 120° verticals i 150° horitzontals per cada ull i arriba a 120° verticals i 200° horitzontals quan s'utilitzen els dos ulls (Kalawsky, 1993: 48). Perquè no s'assequi i es mantingui net, les glàndules llagrimals segreguen una substància aquosa que es reparteix amb l'ajut de les parpelles.

La primera superfície ocular és la còrnia, la primera lent de l'ull, que també aconsegueix la funció de protegir les parts més delicades que vénen després de la cambra anterior, plena d'humor aquós. Tant la còrnia com l'humor posseeixen un índex de refracció similar, de manera que la llum no es desvia gaire (Kalawsky, 1993: 45). L'iris és una membrana extremadament delicada amb una obertura central –la pupil·la– que deixa passar la informació lluminosa cap a la retina però que en controla la intensitat gràcies a la seva capacitat de dilatar-se o contraure's. Això també permet ajustar la profunditat de camp (Kalawsky, 1993: 47). Just darrera de l'iris es troba el cristallí, la lent activa de l'ull, que s'estira o s'arronsa amb l'ajut dels músculs ciliars i això permet enfocar la imatge –és el que s'anomena acomodació. El cristallí dona pas a una cavitat més gran, la cambra posterior, plena d'humor vitri, que proporciona força a l'ull per resistir les pressions i l'ajuda a absorbir el calor (Kalawsky, 1993: 45).

El fons de la cavitat està coberta d'una capa fotosensible molt complexa, anomenada retina, que conté vasos sanguinis, cèl·lules nervioses i teixit connectiu, ordenats en deu capes diferents. Curiosament, en els vertebrats, a diferència dels invertebrats, les connexions nervioses, vasos sanguinis, etc. estan situats davant i no pas darrera dels receptors. Com a conseqüència hi ha d'haver un punt per on surtin de l'ull i en el qual, per tant, no hi haurà receptors. Aquesta ceguesa puntual es compensa amb l'altre ull, per això normalment no detectem cap buit en el nostre camp de visió (Lillo, 1993: 284). La fòvea és la zona central de la retina, on es projecten els objectes als quals dirigim la mirada. Com que conté el màxim de receptors, permet la màxima precisió visual. Una altra característica de la fòvea és que és més prima que la resta de la retina. Això és degut al fet que les fibres nervioses connectades als seus fotoreceptors es desvien ràpidament cap a les àrees properes per no interferir en la trajectòria de la llum (Lillo, 1993: 284).

Els receptors que conté la retina són de dos tipus, els cons i els bastons, i hi estan distribuïts de manera desigual. De cons n'hi ha per tot arreu, però la seva concentració és màxima a la fòvea (140000-160000 / mm²) i a partir d'allí decreix ràpidament, fins a mantenir-se per sota de 20000 /mm². Els bastons, en canvi, són totalment inexistent a la fòvea i la seva màxima concentració es situa entre els 10° i els 30° (160000 /mm²), a partir dels quals va decreixent progressivament fins als 70°, però sense baixar de 40000 /mm² (Kalawsky, 1993: 46; Lillo, 1993: 287).

II.3.3.3.3. Estructura funcional de l'ull humà

El tipus d'informació amb què treballa el cervell és diferent de la naturalesa dels estímuls que rep del medi. Així doncs, la funció dels òrgans sensorials és transformar l'energia tan diversa que reben en impulsos nerviosos que el cervell pugui interpretar. Això només és possible utilitzant unitats de codificació amb un alt nivell d'abstracció, és a dir, que permeti una gran capacitat de representació mitjançant un nombre limitat d'elements (Lillo, 1993: 240). Aquest procés s'anomena "transducció" i designa la transformació d'un tipus d'energia informativa en un altre tipus. És un element fonamental de la percepció, un procés inconscient, que es produeix en els òrgans receptors i que té com a funció traduir el tipus d'energia al qual són sensibles en els impulsos nerviosos que pot processar el nostre sistema nerviós (García-Albea, 1999: 188; Lillo, 1993: 20-21).

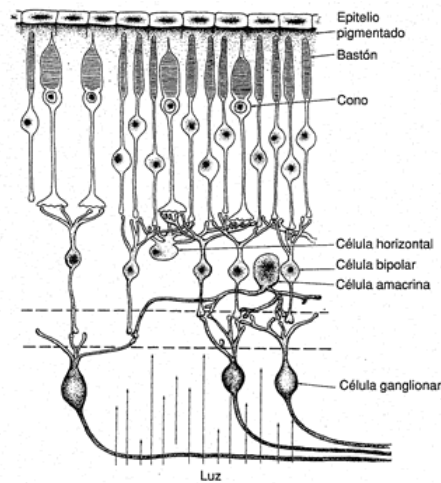


Figura 37: Cèl·lules retinals. A més de les cèl·lules transductores (cons i bastons), a l'ull també hi ha neurones (Lillo, 1993).

Des del punt de vista de l'estructura funcional, la retina està formada per tres tipus d'elements. En primer lloc hi ha les cèl·lules transductores, és a dir, els fotoreceptors, que generen variacions en la seva activitat neuroelèctrica en funció de l'energia que els arriba (Lillo, 1993: 230). En segon lloc, tenim una estructura vertical, formada per les cèl·lules bipolars i les ganglionars, que s'inhibeixen o s'exciten quan cal transmetre cap el cervell el senyal provinent dels sensors. Finalment, hi ha l'estructura horitzontal, que està formada per cèl·lules horitzontals i amacrines. Aquestes cèl·lules són excitades per l'activitat dels fotoreceptors però s'encarreguen d'inhibir, respectivament, l'activació de la capa de cèl·lules bipolars i de la capa de cèl·lules ganglionars (Lillo, 1993: 231). Això serveix per definir el camp receptiu de cada neurona visual, ja que només s'activaran les sinapsis més properes al centre del punt de llum –on el valor excitatiu és màxim– que no pas a la perifèria (Lillo, 1993: 235). Per què són necessàries tantes capes i no va el senyal dels receptors directament al centre de processament? Doncs perquè la retina també aconsegueix una primera fase de processament dels estímuls: a través de la convergència neural simplifica el missatge que s'envia al cervell i alhora s'assegura que sigui un senyal potent, atès que un mateix gangli recollirà el missatge químic de diversos receptors. Així doncs, cada neurona rep informació d'un valor estimular concret i, quan els posem tots junts, conformen un patró de tipus sinusoidal, que alterna cicles de màxima i mínima excitació (Lillo, 1993: 237). Cada neurona visual no només respon òptimament a una determinada freqüència espacial, sinó que també ho fa amb una determinada intensitat, que s'anomena “freqüència de sintonia”. Com més diversitat de freqüències accepti, major serà la seva “amplada de banda” (Lillo, 1993: 238).

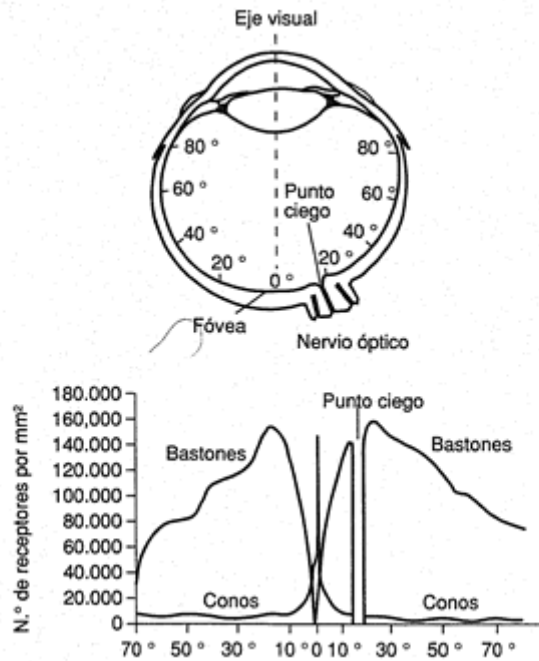


Figura 38: Densitat de cons i bastons a la retina (Lillo, 1993).

En relació amb la percepció de la llum, els estudis psicofísics han permès determinar la gran sensibilitat de l'ull humà i la seva capacitat per treballar tant en condicions d'il·luminació fotòpiques –amb llum– com escotòpiques –sense llum– perquè disposa de dos tipus diferents de receptors que s'activen en funció del nivell de llum. En el primer cas, s'activen els cons, que permeten percebre colors i detalls molt petits; en el segon cas s'activen els bastons i llavors només veiem grans volums amb gammes de grisos (Fischler i Firschein, 1987: 213; Kalawsky, 1993: 45-46; Lillo, 1993: 255-256). Per poder captar llums molt tènues, els bastons han de ser molt sensibles i això s'aconsegueix de dues maneres: en primer lloc, cada bastó és deu vegades més sensible que un con; en segon lloc, els bastons posseeixen una alta convergència neural, és a dir, sobre cada gangli convergeixen els impulsos de diverses bipolars, que reben la informació de diversos bastons. Aquesta concentració permet respondre quan els estímuls són molt dèbils però té un desavantatge i és que no es pot “destriar” la informació i, conseqüentment, es redueix l'agudesia espacial: el cervell no sap de quin dels receptors li arriba la informació. En canvi, els cons posseeixen una connexió bipolar i ganglionar gairebé exclusiva, de manera que el nivell de resolució és òptim: el cervell està connectat directament amb cadascun dels receptors i pot obtenir “imatges” molt precises, sempre que hi hagi bona il·luminació i els receptors estiguin molt propers entre ells, perquè llavors envien informació d'un major nombre de punts del camp visual (Lillo, 1993: 286-287). A mesura que ens allunyem de la fóvea, els cons estan més separats i per això no tenim tanta agudesia en la perifèria del camp visual (Fischler i Firschein, 1987: 213; Lillo, 1993: 288).

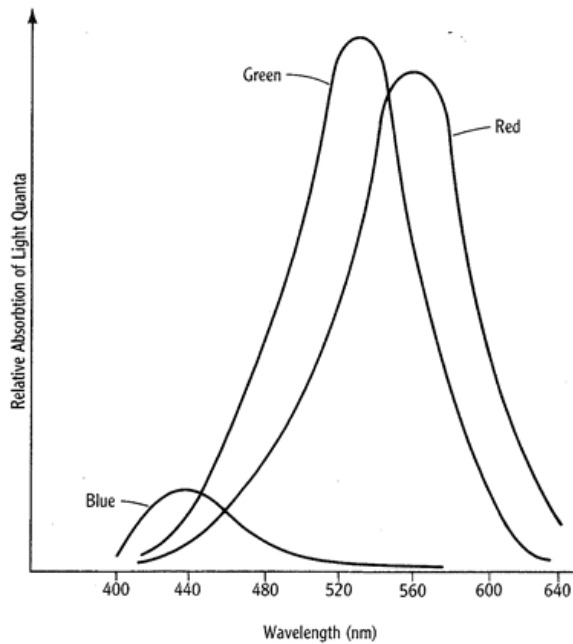


Figura 39: Absorció de l'energia lluminosa per part de les tres poblacions de cons de l'ull humà (Fischler i Firschein, 1987).

A més de la precisió visual, els cons també juguen un paper fonamental en la percepció del color. Aquesta es produeix gràcies a una substància fotosensible que es troba a l'interior dels receptors (Fischler i Firschein, 1987: 215; Kalawsky, 1993: 46). En el cas dels bastons, dels quals només n'hi ha un tipus, la substància s'anomena "rodopsina" i posseeix el màxim nivell d'absorció al voltant de 500 nm. En canvi hi ha tres tipus de cons diferents amb tres tipus de "iodopsina" diferents, sensibles a diferents longituds d'ona, que posseeixen un nivell màxim d'absorció a 450 nm, 530 nm i 560 nm, és a dir, ona curta, mitja i llarga, respectivament (Lillo, 1993: 289). Aquesta és la causa que els cons percebin el color i els bastons, no. Això demostra que la disjuntiva entre sensibilitat i resolució d'imatge, exposada en la introducció d'aquest apartat, no només marca la diferència entre espècies sinó que està present en un mateix individu, ja que l'ull humà, com el de molts altres vertebrats, conté dos sistemes visuals diferents, preparats per actuar de manera òptima en condicions diferents: la funció dels bastons consistiria en detectar anomalies en el camp visual –com ara el moviment– i llavors deixaria pas als cons perquè fessin l'anàlisi detallat amb l'ajut del moviment dels ulls i l'enfocament. Aquesta és la raó per la qual les cèl·lules visuals dels insectes, que no poden percebre el color però en canvi detecten moviments en un camp visual molt més ampli, creen xarxes molt més senzilles i similars a les dels nostres bastons (Fischler i Firschein, 1987: 213).

Pel que fa a la formació de la imatge, cal esmentar que una de les principals característiques dels ulls dels vertebrats és que, com en les cambres fosques, l'orientació de la imatge que es forma a la retina està invertida respecte de la imatge real. Això és degut al fet que els raigs de llum reflectits pels objectes hi penetren seguint trajectòries rectilínies que, per efecte de la pupil·la i el cristal·lí convergeixen en un punt i es prolonguen fins a tocar la retina, on formaran una imatge invertida (Blanco i Travieso, 1999: 256).

II.3.3.4. Després de la retina I: Neurofisiologia general

II.3.3.4.1. Estructura anatòmica del cervell humà

La comprensió del funcionament del cervell –que encara és molt lluny de ser completa– es basa en els estudis fisiològics i psicològics però també en l’analogia amb les màquines dotades d’intel·ligència artificial i la teoria matemàtica de la computació que hi està associada. Avui dia, aquesta és una de les línies de recerca més importants per explicar els mecanismes de processament cerebrals.

Segons l’opinió de MacLean [(MacLean, 1973), citat a (Fischler i Firschein, 1987: 28-30)], el cervell humà s’ha format per “evolució additiva”, és a dir, conservant les estructures anteriors i afegint-hi nous centres de processament. Concretament, el cervell humà està format per tres “computadores biològiques” interconnectades, que han aparegut seqüencialment al llarg de l’evolució i cadascuna de les quals posseeix unes característiques anatòmiques, químiques i funcionals específiques:

- **El complex reptilià:** va evolucionar fa 200 o 300 milions d’anys i està present en mamífers i rèptils. Comprèn les estructures al voltant del “cervell mitjà” (*corpus striatum, corpus pallidus*), relacionades amb el comportament agressiu, la territorialitat, el ritual i l’establiment de jerarquies socials.
- **El sistema límbic:** va evolucionar fa més de 150 milions d’anys i està situat a sobre de l’anterior. Algunes de les seves estructures només apareixen en els mamífers. Comprèn el tàlem, l’hipotàlem, l’hipocamp i l’amígdala pituitària, que s’ocupen de les respostes emocionals i de la memòria. L’olfacte i la conducta sexual –que estan estretament relacionats, fins i tot en el cas de les persones– també es situen en aquest nivell.
- **El neocòrtex:** va aparèixer fa prop de 50 milions d’anys però el seu desenvolupament ha crescut exponencialment en els darrers vuit o deu milions d’anys, coincidint amb el procés d’hominització. Embolica totes les estructures anteriors i s’ocupa de funcions molt diverses. El neocòrtex humà és sorprenentment similar al dels altres mamífers i no es distingeix ni per l’estructura, ni tampoc pel tipus, distribució o densitat de sinapsis de les seves cèl·lules. L’única diferència es troba en l’augment quantitatiu continu de la seva superfície i del seu gruix, com a conseqüència de l’augment del nombre total de neurones i de connexions entre elles (Fischler i Firschein, 1987: 31). Una altra novetat és la presència de circumvolucions a la regió prefrontal i temporal, que estan programats per funcionar després del naixement i s’ocupen de la interpretació de les circumstàncies presents a la llum de l’experiència anterior (Fischler i Firschein, 1987: 31).

A diferència de les plantes, en què la transmissió d’informació es fa exclusivament a través de missatges químics, el cervell dels cordats funciona mitjançant una combinació de senyals elèctrics i químics, que fan possible l’acompliment de totes les funcions necessàries per la vida. L’ “avantatge” de posseir aquest teixit nerviós és la rapidesa però, sobretot, la seva capacitat d’adaptació als canvis, és a dir, la capacitat d’aprendre (Fischler i Firschein, 1987: 25). Possiblement, la nostra espècie constitueix el major exponent d’aquesta capacitat. El cervell humà està format per més de deu bilions de

cèl·lules nervioses, les neurones, la funció de les quals és transmetre informació. S'han distingit diversos tipus de neurones, en funció de les seves característiques físiques i funcionals. Un exemple són les neurones bipolars, que es troben a la retina. Les neurones es divideixen en tres parts: el cos, que està situat dins el cervell i conté el nucli de la cèl·lula; la dendrita, que porta els senyals nerviosos des del “medi” cap a la neurona; i l'axó, que els allunya d'ella. Les estructures nervioses estan formades per grups d'entre 1 000 i 10 000 neurones en què els axons d'unes acaben prop d'on comencen les dendrites de les altres. Aquest punt s'anomena sinapsi i és fonamental per a totes les funcions cerebrals ja que és el responsable de la transmissió dels impulsos nerviosos.

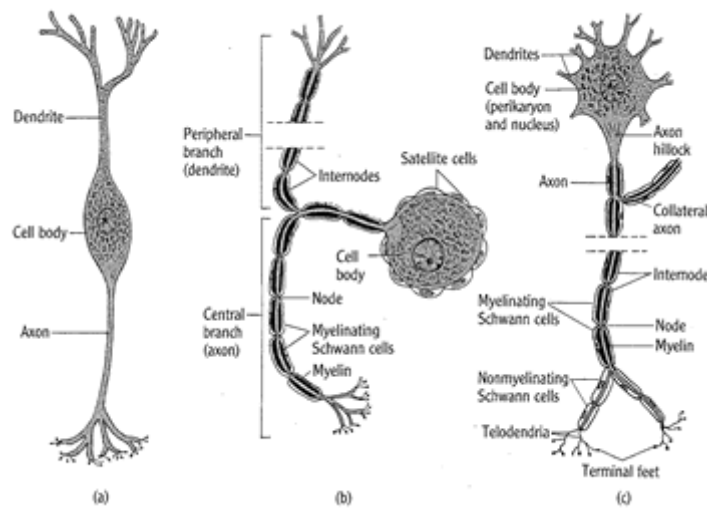


Figura 40: Tres tipus de neurones: a) Bipolar; b) Pseudo-unipolar; c) Multipolar (Fischler i Firschein, 1987).

Les neurones i les seves connexions funcionen mitjançant un sistema 0 – 1, és a dir, activat o desactivat, perquè només s'activen a partir d'un determinat llindar. Així doncs, quan un estímul és prou fort, s'inicien un seguit de canvis químics i elèctrics que viatgen al llarg de la fibra nerviosa fins al seu extrem, on s'alliberen uns neurotransmissors. Aquests es difonen a través de les membranes de la sinapsi fins a uns receptors electroquímics, als quals s'enganxen. Això produeix un canvi de les característiques tridimensionals dels receptors i inicia un seguit de processos en la neurona post - sinàptica que permet a l'estímul continuar el seu viatge a través de la següent fibra nerviosa mentre que la sinapsi retorna a l'estat inicial per tal de poder rebre un nou impuls. Aquest procés pot convergir en una única cèl·lula o bé divergir cap a diferents neurones. La distribució diferencial dels impulsos és, precisament, la que permet al cervell realitzar una diversitat tan gran de funcions.

Però el cervell utilitza uns senyals elèctrics estereotipats, que són idèntics en tots els animals i que, tal com he comentat anteriorment, no tenen res a veure amb els estímuls externs que els han originat i, encara menys, amb les coses que representen. Com es codifica la informació? Per començar, el tipus de senyal depèn de lloc d'on prové, és a dir, que el cervell rep del nervi òptic informacions de tipus “visual”, mentre que les que rep de la oïda són de tipus “auditiu”. Un altre element que s'ha de tenir en compte és que una neurona només pot transmetre la informació equivalent a un únic dígit, és a dir, una magnitud que representa la força de l'estímul. Si tenim en compte que la neurona només pot activar-se i desactivar-se, això significa que la informació no es pot codificar

com a amplitud de senyal sinó a través de la freqüència d'impulsos. Les neurones poden assolir un màxim de 1000 impulsos per segon i viatgen a una velocitat de 10-20 m/s (Fischler i Firschein, 1987: 59-60).

L'estructura del neocòrtex humà és bilateralment simètrica. Està formada per dos hemisferis, cadascun dels quals es compon de quatre lòbuls: frontal, parietal, temporal i occipital. Tot i que no funcionen com a unitats estrictament independents, sí que hi ha una tendència a associar una funció concreta amb un lòbul determinat. Concretament, els frontals s'ocupen de la iniciativa, l'anticipació, la precaució, i la planificació i regulació general d'una acció; els temporals s'encarreguen de la integració de la informació relacionada amb la parla i la visió; els parietals tenen a veure amb els processos simbòlics –com ara llegir, escriure i les operacions aritmètiques–, la percepció espacial i el control de les funcions motores; finalment, la regió occipital controla la visió (Fischler i Firschein, 1987: 30).

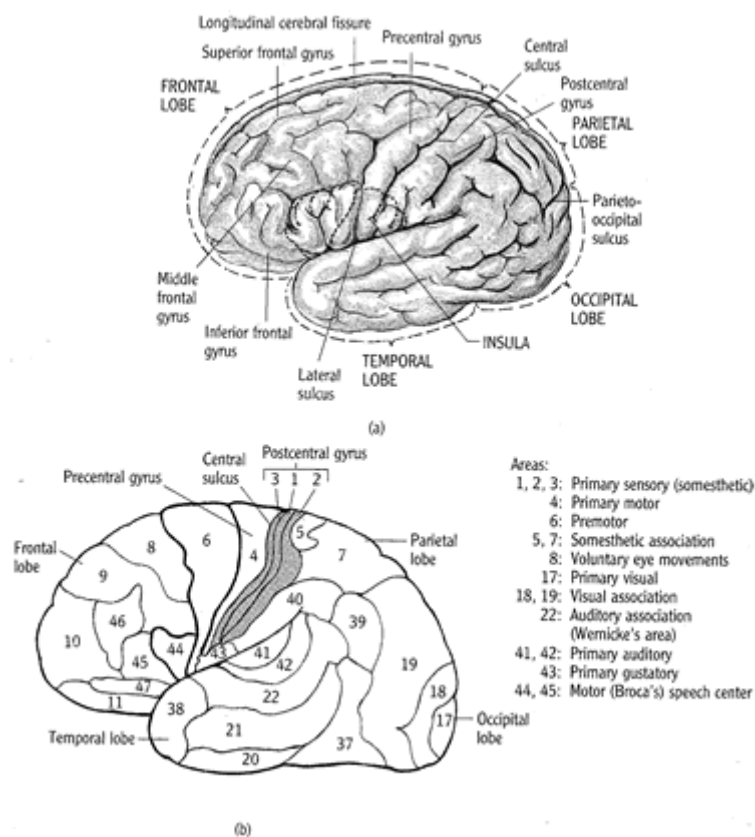


Figura 41: Localització funcional del cervell (Fischler i Firschein, 1987).

La teoria de Luria [(Luria, 1973) citat a (Fischler i Firschein, 1987: 30-33)] sobre l'estructura funcional del cervell humà integra les dues perspectives anteriors. Segons el seu model, el cervell està format per tres unitats funcionals. La primera correspon a la formació reticular de la branca superior del cervell i la regió límbica i s'encarrega de la regulació de l'activitat cerebral, la consciència i les emocions. La segona està formada per diferents centres relacionats amb cadascun dels sentits i, a nivell general, s'ocupa de l'intercanvi d'informacions amb el medi; per aquest motiu, a més de la interpretació també hi està involucrada la memòria. Els subsistemes són fins a cert punt independents però presenten una estructura funcional similar –a excepció del dolor i probablement de l'olfacte. Hi ha un primer centre que organitza la informació que arriba dels òrgans sensorials i que l'envia a una regió secundària, també específica de cada sentit, que la

codifica i la interpreta amb l'ajut del coneixement emmagatzemat a partir de les experiències prèvies. La darrera àrea la comparteixen tots els sentits i es dedica a integrar la informació simbòlica que li arriba des de cada sentit per formar un model complex del món. Aquest centre s'ubica principalment en els lòbuls frontals i està molt relacionat amb el llenguatge, ja que converteix les dades concretes de la percepció en pensament abstracte verbal gràcies als mecanismes associats amb la parla. No és coincidència que estigui molt més desenvolupat en l'espècie humana que en qualsevol altra.

II.3.3.4.2. Estructura funcional del cervell humà

En l'apartat anterior he descrit superficialment l'organització general del cervell humà per conèixer on es situen les diferents funcions i quin és el seu origen. En aquest apartat ens ocuparem breument de les informacions sobre la percepció que aporta la Neurobiologia

L'evolució de les espècies ha anat modificant la percepció des del punt de vista estructural i funcional. Així, els organismes "inferiors" processen la informació que els arriba dels fotoreceptors en xarxes neurals properes a ells. En canvi, a mesura que ens apropem a l'aparició de l'espècie humana aquest mecanisme –com també passa amb el control muscular– es transfereix al cervell mitjançant un procés d'encefalització (Fischler i Firschein, 1987: 214). És molt significatiu el fet que la retina sigui una extensió del teixit cerebral embrionari mentre que la lent de l'ull es desenvolupa a partir del teixit cutani (Fischler i Firschein, 1987: 215). Aquest procés també ha quedat confirmat per les lesions cerebrals. Qualsevol defecte en el còrtex cerebral humà provoca problemes en la percepció i reproducció d'objectes pictòrics; en canvi en els ocells, els peixos o, sorprenentment, en els mamífers joves –hi ha d'haver una altra regió del cervell capaç d'assumir aquesta funció–, la manca de cervell anterior no afecta la seva discriminació visual. Això és així perquè en les espècies "inferiors" els centres subcorticals juguen un paper principal en la visió i, a mesura que progressem en l'escala evolutiva, la percepció visual es concentra, primer, en el còrtex estriat del lòbul occipital –és el cas de la rata– i, posteriorment, es dispersa per tot el còrtex cerebral –com passa quan arribem al nivell dels grans simis (Fischler i Firschein, 1987: 218). D'altra banda, la transformació del sistema visual no només es produeix transversalment, sinó també en un mateix individu al llarg de la seva vida. L'estudi de la percepció infantil ha demostrat que algunes parts molt importants, com ara la retina, el nucli lateral geniculat o el còrtex visual no estan plenament desenvolupats en el moment del naixement (Fischler i Firschein, 1987: 223). Això significa que molts dels canvis percebuts al llarg de la infància reflecteixen no només una maduració cognitiva sinó també, paral·lelament, del sistema neural.

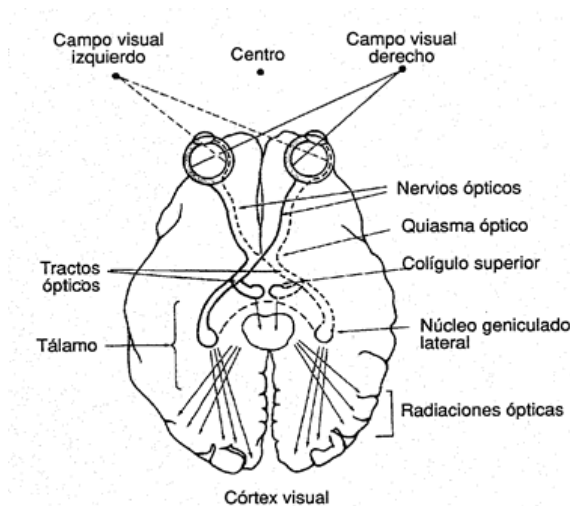


Figura 42: La via genículo - estriada designa tots les regions del cervell involucrades en la percepció visual (Lillo, 1993).

Un cop els cons i els bastons han estat estimulats diferencialment per la llum que ha entrat a través de la pupil·la, els axons de les cèl·lules ganglionars abandonen la retina pel punt cec i es reuneixen en els nervis òptics en direcció a un mínim de vuit regions diferents del cervell. Cadascun d'aquests nervis conté el "resum" de l'activitat neuroelèctrica generada en cada ull després d'haver estat processada per la retina (Lillo, 1993: 295). Aquest resum consisteix en cadenes d'impulsos elèctrics el nombre dels quals és, segons descriu la llei de Fechner, proporcional al logaritme de la intensitat de l'estimulació inicial (Fischler i Firschein, 1987: 215). Després, les fibres s'entrecreuen parcialment i formen el quiasma òptic. La funció d'aquest element consisteix en mantenir la independència d'aquelles parts del camp visual que són específiques de cada ull i intercanviar la informació redundant per poder comparar-la (Blanco i Travieso, 1999: 257): no hem d'oblidar que les terminacions nervioses que surten dels ulls porten dos patrons informatius similars però no idèntics perquè, degut a la seva posició, cada ull capta una part lleugerament diferent del mateix camp visual. A partir d'aquí, els axons procedents de les porcions nasals de les retines canvien la seva trajectòria i passen a l'hemisferi cerebral contrari. En aquest punt passen a anomenar-se "tractes òptics" i les informacions que porten a cada meitat del cervell pertanyen al mateix costat de la retina: el tracte dret porta la "imatge impressionada" sobre el costat dret de la retina i, per tant, informació sobre allò que hi havia a l'esquerra del camp visual (Blanco i Travieso, 1999: 258; Bruce, Green *et al.*, 2003: 43; Fischler i Firschein, 1987: 215; Kalawsky, 1993: 46; Lillo, 1993: 296). Mentrestant, els axons procedents de les porcions temporals es mantenen en el mateix hemisferi.

Abans d'arribar a l'alçada del tàlem, els tractes es divideixen i una part de les fibres es dirigeix als colículs superiors que, segons s'ha pogut observar controlen els moviments oculars i, per tant, l'atenció visual (Bruce, Green *et al.*, 2003: 43). Aquest tractament específic podria estar justificat per la necessitat de detectar i analitzar ràpidament els nous estímuls que entren en el camp visual (Lillo, 1993: 296). La resta de fibres va cap als nuclis geniculats laterals (NGL), que és el punt de contacte entre les cèl·lules oculars i les cerebrals. Els NGL estan formats per sis capes de cèl·lules, cadascuna de les quals rep els axons d'un únic ull –tres per cadascun. Les capes es distingeixen també per la mida de les seves neurones: les dues inferiors contenen cèl·lules molt grans, que sinapten només amb un determinat tipus de cèl·lules ganglionars, mentre que les quatre superiors estan formades per cèl·lules molt petites

que també es corresponen estrictament amb un altre tipus concret de cèl·lules ganglionars (Bruce, Green *et al.*, 2003: 45). Aquesta organització tan estricta rep el nom de “mapa retinotòpic” i permet respectar la posició objectiva dels elements del camp visual (Blanco i Travieso, 1999: 259). Com que els axons de les parts esquerres de la retina van cap al NGL esquerre i inversament amb els de les meitats dretes, les imatges de cada objecte format a la part dreta i la part esquerra de les retines es processen conjuntament a la mateixa part del cervell. La correspondència tan estricta entre els ganglions retinals i les neurones del NGL, juntament amb el fet que les seves neurones estan preparades per activar-se davant d’estímuls estàtics o bé davant d’estímuls en moviment, feia pensar que els nuclis geniculats laterals només són un relleu entre els ulls i el còrtex visual, destinat a organitzar la informació. Tanmateix, cal remarcar que hi ha axons que tornen enrera des del còrtex visual cap als NGL i, per tant, això significa que juguen un paper més important, probablement en relació amb el comportament lligat a l’escena percebuda.

Més enllà d’aquests nuclis, les fibres nervioses, que segueixen preservant la topologia i bona part de la geometria de l’escena (Fischler i Firschein, 1987: 215), van a parar, en primer lloc, als lòbuls occipitals on es troba el còrtex estriat o còrtex visual primari; en segon lloc passen pel tracte i des d’allí van al nucli pulvinar i el nucli lateral posterior, des d’on es projecten cap al còrtex extraestriat o còrtex visual secundari. Té un gruix de 2 mm i està format per capes de diferents densitats, que li confereixen un aspecte característic: és per aquest motiu que també s’anomena còrtex estriat. La primera regió que rep informació visual s’anomena “V1” i ocupa una regió d’entre 4 i 8 cm als lòbuls occipitals (Bruce, Green *et al.*, 2003: 51). Com tot el còrtex cerebral, V1 es pot dividir en dues capes, la substància gris i la substància blanca. La primera és la més exterior i conté els cossos de les neurones; la segona conté els axons a través dels quals es connecten amb les neurones d’altres estructures nervioses. S’han distingit un total de sis capes dins la substància gris de V1, en les quals les neurones estan connectades en estructures verticals, formant columnes, que també estableixen relacions entre elles (Fischler i Firschein, 1987: 237; Lillo, 1993: 298). Les cèl·lules de cada columna comparteixen tres característiques (Lillo, 1993: 301): la posició de la retina d’on prové la informació, la freqüència de la seva sintonització i el tipus de dominància ocular.

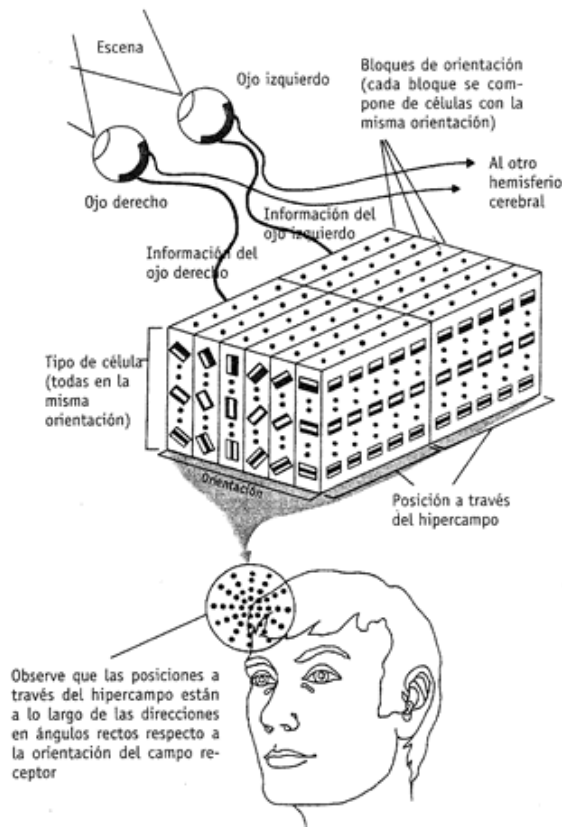


Figura 43: Esquema general d'una hipercolumna, que mostra les orientacions de les cèl·lules del cervell (Lillo, 1993).

Els estudis realitzats amb tècniques de registre d'activitat neural han permès de demostrar físicament que altra vegada ens trobem davant d'un mapa retinotòpic, és a dir, que l'estructura òptica del medi que s'havia mantingut al llarg del seu recorregut, malgrat les inversions al nivell de la retina i del quiasma òptic, també ho fa en el còrtex cerebral, de manera que estímuls propers dins la imatge exciten cèl·lules properes del còrtex visual¹³⁸. Això no obstant, s'han comprovat que hi ha una excepció: la fòvea té "preferència" respecte de la regió perifèrica per tres motius: les neurones que hi estan connectades estan sintonitzades en les freqüències més altes; hi ha un major nombre de columnes dedicades a ella; i els camps receptius d'algunes de les seves cèl·lules es superposen (Lillo, 1993: 305). Aquest fenomen rep el nom de magnificació cortical i és degut al fet que la fòvea és la zona de la retina que proporciona una major acuitat visual (Blanco i Travieso, 1999: 260). V1 també conté cèl·lules especialitzades en la visió binocular, ja que s'ha comprovat que assolixen el seu nivell més elevat d'activació quan són estimulades per patrons òptics similars procedents dels dos ulls (Blanco i Travieso, 1999: 260).

¹³⁸ Una curiositat en relació amb el tema que ens interessa –la relació entre la percepció visual i la RV– és que la correspondència espacial gairebé unívoca i exhaustiva entre V1 i la retina es podria assimilar a la imatge generada per una pantalla gràcies als impulsos de codi binari que activen cada píxel. V1 codifica la imatge no pas a través de freqüències espacials globals sinó recollint les diferents intensitats de llum per fragments (Bruce, Green *et al.*, 2003: 57). Per això l'estimulació de les cèl·lules nervioses en aquesta àrea permet de veure els elements visuals elementals, com ara punts de color o flaixos de llum en el mateix punt exacte del camp visual. La lesió en aquesta àrea provoca punts cecs, tot i que si estan propers al contorn, aquest es completarà amb l'ajut d'un altre centre cerebral (Fischler i Firschein, 1987: 215).

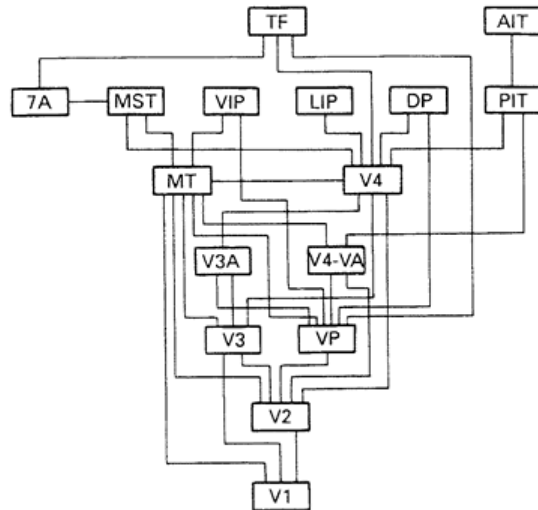


Figura 44: Connexions entre les diferents regions involucrades en la percepció visual del macac (Fischler i Firschein, 1987).

Els estudis realitzats amb simis han permès de descobrir com a mínim trenta regions, repartides pel còrtex occipital, temporal i parietal, i relacionades entre elles mitjançant una cadena de tres-centes interconnexions extremadament complexa de desentrellar (Bruce, Green *et al.*, 2003: 57). Si s'ordenen en funció dels nivells corticals en què comencen i acaben, es poden organitzar les àrees visuals en un esquema jeràrquic que les situa més a prop o més lluny del còrtex estriat. Actualment, sembla que després de V2, que designa la regió immediatament contiguous a V1, hi ha dues vies principals de connexió, anomenades dorsal i ventral, que recorren, respectivament, per la regió temporal mitjana i superior fins el lòbul parietal, i per la regió anterior inferotemporal (Bruce, Green *et al.*, 2003: 58). Juntament amb les tècniques d'activació neural, les disfuncions resultants de lesions cerebrals han estat de gran utilitat per comprovar que les regions de cada via s'encarreguen del processament de diferents tipus d'informació (Lillo, 1993: 24-25).

Com he comentat anteriorment, V1 és com un filtre d'entrada, en què es recullen totes les informacions contingudes a la retina –contrast, color, orientació, mida, profunditat, moviment– i després es seleccionen i s'envien als diversos centres de processament específics. En aquest cas, després d'haver entrat a V1 –que, per la relació topològica que guarda amb la retina pot captar el desplaçament lineal que s'hi produeix–, les informacions que tenen a veure amb el moviment s'envien cap a V3, que s'encarrega del processament de la forma dinàmica, i sobretot V5, que realitza les funcions de computació superiors en relació amb el moviment (Munar i Rosselló, 1999: 429). Aquesta especialització s'ha pogut determinar perquè les seves cèl·lules responen al moviment i s'organitzen en columnes sensibles a diferents direccions (Munar i Rosselló, 1999: 430). És més, s'ha pogut precisar que, mentre que hi ha una regió que respon al moviment a l'atzar, n'hi ha una altra que només s'activa en presència de moviment coherent, com per exemple el rotatori (Munar i Rosselló, 1999: 431). Un cop la informació ha arribat a V5, hi ha connexions que tornen enrera, altre cop cap a V1 i que són fonamentals, per exemple, per tal de localitzar amb precisió el moviment a l'espai (Munar i Rosselló, 1999: 430). Com que V5 està especialitzada en funcions abstractes, la localització espacial només es pot produir en un centre que contingui un mapa retinotòpic exacte, com és el cas de V1 i V2.

La conclusió de totes aquestes descripcions és que la percepció visual –com tots els sistemes sensorials– és en certa manera, modular, és a dir, que està formada per diferents unitats que treballen alhora de manera seqüencial i paral·lela per donar lloc al procés extremadament complex que nosaltres designem sota el terme percepció. Els avantatges d'un sistema dividit en petites unitats són els següents (Lillo, 1993: 24-25):

- Si es produeix una lesió, no afectarà la totalitat del sistema, sinó només una part específica.
- Diversos experiments semblen demostrar que el cervell treballa manipulant diferents tipus de dades. Si se n'encarreguen centres especialitzats diferents, els càlculs es simplifiquen i, a més, es poden realitzar simultàniament, de manera que la resposta és més ràpida.

Això no significa necessàriament que existeixin unitats independents encarregades de processar especialitzadament una única característica –potser amb l'excepció del reconeixement de cares, perquè és una activitat molt complexa i vital per la supervivència del nou-nat o la nounada. En aquest sentit, els resultats dels estudis podrien recolzar qualsevol de les dues hipòtesis. Per una banda, les lesions cerebrals molt localitzades desconnecten una característica concreta de la percepció, com ara el color o el moviment global de l'escena. En canvi, els experiments que enregistren l'activitat neural d'individus observats mentre realitzaven tasques dissenyades per processar un tipus d'informació concret han demostrat, per exemple, que V4 no és l'única regió implicada en el processament del color, sinó que també s'activen cèl·lules a V1, V2 i V3 (Bruce, Green *et al.*, 2003: 63). Una altra evidència que refuta la independència de les regions és l'existència de circuits de doble sentit entre les diferents agrupacions de neurones, per exemple entre V1 i els NGL, que permetria augmentar les respostes cel·lulars gràcies a la retroalimentació entre les regions. En una hipòtesi a l'altre extrem de la modularitat, Lamme i Roelfsema (2000) proposen que la propagació dels estímuls torna enrera des de les àrees visuals superiors i no visuals (memòria, etc.) i pot fer canviar les respostes de les àrees inferiors (malgrat la constància de la imatge retinal) per adaptar-se a les demandes d'una tasca específica (Bruce, Green *et al.*, 2003: 71-72). Això implicaria que les funcions de les àrees no estan fixades sinó que poden canviar, de manera que V1 no només compliria la funció de centre de processament primari sinó podria participar en tasques més complexes en funció de les necessitats i, per exemple, controlaria la influència de l'entorn en la resposta de les neurones dels altres centres.

Tenint en compte les informacions anteriors, hem de considerar que V1 –i, en part, V2– constitueix un primer filtre pel que fa a les característiques més bàsiques i després els altres centres s'ocupen de processar paral·lelament aquestes respostes excitatòries bàsiques i convertir-les en funcions cada cop més integrades i abstractes que, molt probablement, envien senyals cap enrera per modificar el comportament de manera immediata. Existeixen dues vies, dorsal i ventral, que processen informacions de manera diferent. Com ho fan? La hipòtesi de Mishkin i Ungerleider (1982) és que la via dorsal s'encarrega d'extreure la informació relacionada amb l'estructura espacial i el moviment de l'escena, mentre que la via ventral extreu la informació relativa a la forma, el color i la identitat dels objectes (Bruce, Green *et al.*, 2003: 64). Això implica que les dues vies treballen de manera independent amb l'objectiu de formar una representació

del món. En canvi, en una hipòtesi proposada més recentment (1995), Milner i Goodale consideren que la diferència entre les dues vies s'ha de situar en un nivell més bàsic: la via ventral construeix una representació del món en què s'especifiquen no només les identitats i propietats dels objectes sinó també l'organització espacial de l'escena, mentre que la via dorsal –i aquí es troba el punt clau– s'ocupa de les anàlisis visuals que proporcionen informació per moure el cos en funció de la informació canviant que ve de l'entorn (Bruce, Green *et al.*, 2003: 64). La novetat d'aquest plantejament és que no considera els moviments del cos com una activitat independent de la visió, purament motora, sinó que des del moment que entren els estímuls visuals a V1, es divideixen en dues línies paral·leles, una per comprendre l'escena i l'altra per reaccionar-hi adequadament. Els estudis sobre disfuncions cerebrals recolzen aquesta hipòtesi, ja que han demostrat que, contràriament al que sembla intuïtiu, una persona pot controlar els seus moviments en relació amb una escena sense tenir-ne consciència visual (Bruce, Green *et al.*, 2003: 65). És més, han demostrat que aquesta distinció entre les dues vies no és rígida, sinó que la via dorsal pot recolzar també informacions més complexes que els moviments bàsics, com ara el reconeixement de grans patrons geomètrics i la percepció de les relacions espacials entre objectes. En aquest sentit, la via dorsal s'ocupa de les relacions espacials que tenen com a referència el propi cos mentre que la via ventral processa les relacions espacials entre els objectes d'una escena (Bruce, Green *et al.*, 2003: 66).

En conclusió, el sistema encarregat de la percepció visual està dividit en dues grans branques interconnectades que, per la banda dorsal, s'ocupen del control visual - motor (moviments dels ulls, cap i membres) i, per la banda ventral, interaccionen amb la memòria per construir una representació més o menys conscient del món, que permetrà planificar accions més complexes. Aquests resultats demostren que cap regió implicada en la percepció visual –ni tan sols V1– es limita a ser una simple receptora d'estímuls i confirmarien, en certa manera, recuperant el debat històric sobre la percepció, la teoria ecològica de Gibson que, des d'un altre punt de vista, rebutjava la idea d'una percepció formada per representacions successivament més abstractes, necessàries per comprendre l'entorn i prendre decisions i, en canvi, considerava que la percepció era més directa i ja contenia en ella mateixa l'aspecte decisonal.

II.3.3.5. Després de la retina II: evidències psicofísiques

II.3.3.5.1. Introducció

La interpretació de les imatges que es projecten a la retina és una de les qüestions que més ha apassionat els investigadors i les investigadores de la Psicologia de la percepció des dels empiristes, al s. XVIII. Com pot ser que a partir d'un conjunt de punts impressionats a la retina distingim objectes i interpretem situacions? Per què, si les imatges que es projecten a la retina són planes, nosaltres percebem la profunditat? Més encara, per què, si som conscients que un dibuix o una fotografia són objectes plans, interpretem la representació que contenen en termes de tridimensionalitat? Tal com afirmen Fischler i Firschein (Fischler i Firschein, 1987: 227), el més sorprenent de la visió humana no és pas que pugui fallar –tal com demostren les il·lusions perceptives– sinó com en pot arribar a ser d'acurada malgrat les seves capacitats limitades i el fet que parteix d'una projecció distorsionada. El sistema visual ha de ser capaç de resoldre l'ambigüitat resultant de projectar un món tridimensional en una

superfície bidimensional que, a més, distorsiona les formes i, per tant, també cal compensar-ho. Per altra banda, ha de proporcionar informació veritable sobre els colors malgrat els canvis en la il·luminació. I també ha de ser capaç de superar el moviment dels ulls i la persona per tal d'evitar que la imatge estigui desenfocada.

La Neurofisiologia, que hem vist a l'apartat anterior, constitueix la veritable explicació sobre el funcionament de la percepció perquè descriu exactament què passa al cervell. Però encara no pot aportar totes les explicacions que voldríem i, possiblement, tampoc no serien útils des del nostre punt de vista perquè és excessivament elemental i a nosaltres ens interessen els resultats exteriors, visibles, de la percepció per poder-los comparar amb el funcionament de la RV. Per aquest motiu, considerarem la secció anterior com a marc general i baixarem un altre nivell en l'escala d'aproximació al concepte per recórrer a les teories explicatives més "tradicionals", és a dir, que es basen sobretot en els resultats d'observacions experimentals, tot i que, en alguns casos, també farà referència als resultats neurofisiològics disponibles. D'aquesta manera, queda reunida en cada secció tota la informació relacionada amb l'aspecte corresponent, en lloc d'estar dispersa en seccions diferents. Així doncs, els apartats següents ens aportaran la informació necessària per comprendre realment com funciona la percepció de l'escena, dels objectes, de la tridimensionalitat, del color, del moviment, del temps i de la causalitat, a partir de les quals extraurem les inferències corresponents a la utilitat o a l'adequació de les simulacions computacionals interactives. Això no significa que l'apartat anterior fos del tot superflu. Ens ha aportat algunes informacions –com ara el progressiu augment de l'abstracció i del grau d'integració de les informacions retinals– que seran útils quan parlem de la cognició i la qüestió de si pensem o no amb imatges.

II.3.3.5.2. Organització perceptiva

Quan nosaltres observem una escena, no veiem estímuls puntuals ni característiques geomètriques o de longitud d'ona aïllades, sinó totalitats organitzades, formades per objectes diversos que es poden transformar de manera intel·ligible, sense que nosaltres els considerem estímuls completament diferents. Les relacions entre organització perceptiva i reconeixement d'objectes són molt estretes i al llarg de la història de la Psicologia s'han proposat teories diverses per explicar-les.

L'escola gestaltista, que s'interessava per l'estudi dels mecanismes relacionats amb l'agrupament i la segmentació perceptius, va ser la primera en oferir una teoria científica bàsica sobre aquesta qüestió. Els psicòlegs pertanyents a la Gestalt partien de la premissa –oposada a associacionistes i empiristes– que qualsevol percepció era global i l'aprenentatge dels mecanismes que ho permetien no es feia a través de l'experiència sinó que era innat. Els seus estudis els van portar a definir un seguit de lleis que pretenien explicar com es produïa la percepció: les lleis d'agrupament i les lleis de figura - fons. La distinció entre aquests dos grans grups és coherent amb un dels seus principals postulats, que afirmava que "el tot no era igual a la suma de les parts". Així doncs, les lleis d'agrupament s'interessaven per les relacions entre les parts i les lleis de figura - fons s'ocupaven d'analitzar les propietats de l'aspecte global (Lillo, 1993: 397). Les lleis d'agrupament estaven formades per quatre postulats (A.D., 2004b; Arnheim, 1987; Fischler i Firschein, 1987: 224-225; Lillo, 1993: 382-386):

- **Llei de la proximitat:** els elements propers tendeixen a agrupar-se perceptivament i, fins i tot, a formar figures tancades.
- **Llei de la similitud:** els elements que tenen una mateixa a forma tendeixen a agrupar-se perceptivament, fins i tot en detriment de la llei anterior.
- **Llei de la bona continuació:** els elements que es poden connectar de manera senzilla tendeixen a agrupar-se perceptivament per tal de minimitzar els canvis o les discontinuïtats.
- **Llei de la simplicitat:** en qualsevol situació es tendeix a percebre les coses de la manera més simple possible. És la més important de les lleis gestaltistes perquè resol els casos conflictius; però planteja una paradoxa: percebem les coses de la manera més simple, però només podem saber si és simple quan ja les hem percebudes.

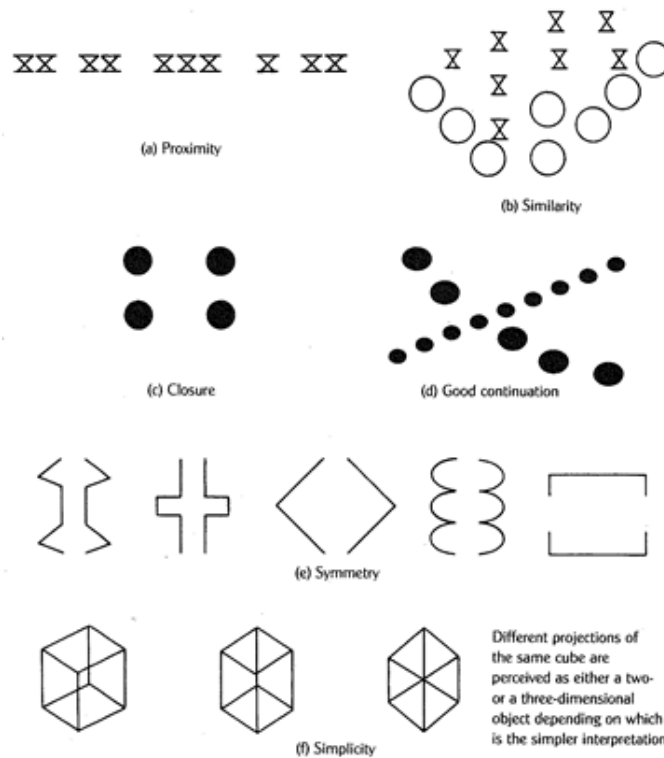


Figura 45: Lleis d'organització perceptiva de la Gestalt (Lillo, 1993).

El segon grup de lleis es refereix a la capacitat d'individualitzar les figures en relació amb el fons i (Lillo, 1993: 387) sorgeix de la idea que l'objectiu final de les lleis d'agrupament és estructurar la percepció en dues entitats mentals diferents: la figura i el fons. A partir dels experiments realitzats amb figures reversibles –un exemple és la del vas i les dues cares – van arribar a les següents conclusions (Lillo, 1993: 388):

- La figura té més aparença de cosa que el fons.
- Si una cosa es percep com a figura és més fàcil de recordar que si es percep com a fons.

- La figura tendeix a situar-se davant del fons.
- El fons es veu com una cosa amorfa i tendeix a estendre's darrera la figura.

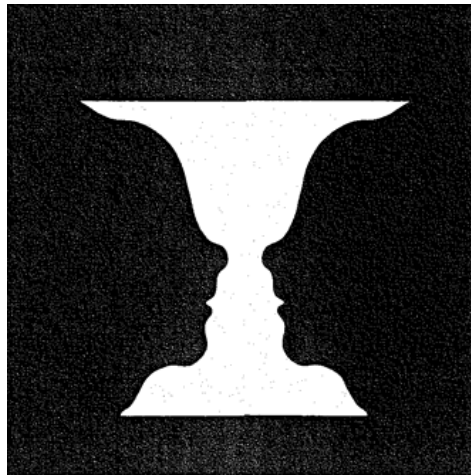


Figura 46: Relació entre fons i figura. Es una copa o són dues cares? (Lillo, 1993).

Què determina llavors que una cosa es percebi com a forma i no pas com a fons? Els psicòlegs de la Gestalt van formular tres lleis per predir-ho (A.D., 2004b; Fischler i Firschein, 1987: 224-225; Lillo, 1993: 389):

- **Llei de la simetria:** els elements simètrics afavoreixen la percepció de l'objecte que els posseeix com a figura.
- **Llei de la convexitat:** la presència d'elements convexos afavoreix la percepció com a figura, fins i tot imposant-se a la llei anterior.
- **Llei de l'àrea i l'orientació:** les àrees més grans tendeixen a associar-se amb el fons mentre que els elements verticals i horitzontals tendeixen a percebre's com a figura.

Tot i la gran aportació de la Gestalt, la seva teoria no explica per què serveixen aquestes lleis ni com contribueixen a aconseguir aquest objectiu (Fischler i Firschein, 1987: 226). També presenta alguns problemes de tipus metodològic i conceptual, com per exemple que les propietats ("simplicitat") es defineixen de manera circular, que no tenen poder de predicció, que falta un recolzament amb dades quantitatives... La feina dels investigadors anomenats "neogestaltistes", que van treballar a partir dels anys 60, va consistir en revisar aquestes qüestions amb les aportacions de la teoria del processament de la informació, és a dir, intentant quantificar els fenòmens i introduint conceptes com la "redundància informativa". En primer lloc, es van dur a terme nombrosos experiments en què es feien servir els temps de reacció per calibrar l'eficàcia dels principis gestaltistes (Lillo, 1993: 396): per exemple, la llei d'agrupament per proximitat era vàlida si, sistemàticament, una persona trigava menys a localitzar un objecte basant-se en aquest principi. Un altre exemple és el de la definició de simplicitat, en què es va optar per una solució operativa (Crespo, 1999: 350-354; Lillo, 1993: 395): una figura és més simple com menys quantitat d'informació bidimensional porta o bé, segons un altre model, com menys es modifica quan és sotmesa a rotació i/o reflexió.

Les figures impossibles també plantegen un repte a les teories de l'organització perceptiva ja que qüestionen la idea que la organització de la totalitat és independent de les parts. Les paradoxes que es creen amb figures com les que creava Escher demostren que l'organització perceptiva també es basa en l'anàlisi a nivell local, per exemple, en la intersecció de contorns (Crespo, 1999: 355). Per altra banda, també s'ha criticat la llei de la pregnància i s'hi ha oposat la teoria de la probabilitat: els elements sensorials s'organitzaran de la manera no pas més econòmica sinó que correspongui amb més probabilitats a l'estímul distal; és a dir, que percebrem més probablement una determinada forma i no pas una altra si l'hem vista anteriorment amb més freqüència (Crespo, 1999: 357). És evident que, en el fons, aquestes dues teories s'enfronten, respectivament, des d'una concepció innatista i empirista de la percepció.

Des de la comunicació visual també s'han dut a terme estudis sobre aquesta qüestió, la majoria dels quals es basen en la teoria gestaltista. Aquests estudis no han proporcionat una teoria global sinó un corpus de coneixements empírics sobre l'exploració ocular de les imatges. Així, sabem que la seva "lectura" es basa en l'anàlisi de successius nuclis d'atenció. Si la quantitat d'informació és gran, el primer cop d'ull permet d'obtenir una impressió general, que informa sobre el tema i l'estructura. Després es localitzen els centres d'interès menor, sobre els quals es fixa una atenció fragmentària i repetitiva amb un recorregut que dependrà dels elements que criden l'atenció o bé de les relacions que es van establir entre ells (Alonso i Matilla, 1997: 84).

II.3.3.5.3. Reconeixement dels objectes

Els estudis realitzats amb diferents demostren que el reconeixement d'objectes és una funció altament sofisticada perquè implica la descomposició del camp visual en unitats menors. El reconeixement d'un objecte està estretament lligat a l'organització perceptiva i es basa en dues perspectives complementàries: la categorial i la mètrica (Crespo, 1999: 358-359). D'una banda, reconèixer un objecte significa individualitzar un patró estimular concret i classificar-lo dins una categoria que reuneix tots els patrons que presenten les mateixes característiques. D'aquesta manera reduïm la diversitat informativa del medi per tal de fer-lo més manipulable. La categorització es basa en el principi inductiu ja que passem dels elements particulars, individuals, a les propietats generals compartides, i això permet tractar aquests estímuls com a categories equivalents. D'altra banda, cal haver realitzat una operació prèvia d'identificació de l'objecte, a través de la captació d'invariants relacionades amb la forma, la mida, l'orientació, etc. Aquesta és la perspectiva mètrica, i el seu estudi s'ha centrat sobretot en els processos perceptius. En canvi, la perspectiva categorial ha estat desenvolupada sobre una base de tipus cognitiu.

La majoria de les hipòtesis explicatives estan fonamentades en un model cognitiu general segons el qual el reconeixement consisteix en una comparació entre l'estímul visual i els models o representacions emmagatzemats a la memòria. Les diferències apareixen a l'hora d'especificar en què consisteixen aquests models, com es realitza la comparació i com es desenvolupen les fases de processament de la informació (Crespo, 1999: 360). Seguidament resumiré les principals hipòtesis explicatives.

Un dels primers models proposats és el de la **comparació de plantilles** (Crespo, 1999: 360). Segons aquest senzill model, el reconeixement de l'objecte es redueix a trobar una plantilla emmagatzemada que encaixi exactament amb el patró d'entrada. Un problema important que presenta aquesta hipòtesi és que els objectes percebuts poden presentar orientacions o mides diferents i llavors caldria tenir emmagatzemat un model per cadascuna de les possibilitats, la qual cosa és incompatible amb les capacitats limitades de la memòria. La solució que es proposa és que abans de la comparació amb la plantilla emmagatzemada, la imatge patiria un seguit de transformacions per eliminar les divergències respecte del model mètricament normalitzat (Crespo, 1999: 361).

Una variant d'aquesta solució és la proposada per S. Ullman a finals dels anys 80 a través del seu model de **reconeixement per alineament** (Ullman, 1989). Aquesta hipòtesi proposa l'existència de dos estadis successius: en el primer, anomenat d'alineació, es localitza la transformació que anul·la les divergències pel que fa a mida, posició o orientació entre l'objecte observat i el model emmagatzemat a la memòria; en el segon, anomenat d'aparellament, es busca la millor correspondència entre l'estímul percebut i el model. És a dir, que el reconeixement consisteix en trobar un model i una transformació que alineïn el model i la imatge de la millor manera possible (Crespo, 1999: 371). Segons el seu autor (Crespo, 1999: 371-372), l'avantatge del concepte d'alineament respecte del de normalització proposat per la hipòtesi anterior és que no es limita a rígides rotacions bidimensionals sinó que engloba totes les transformacions possibles en un espai tridimensional.

Una altra hipòtesi tradicional, contràriament a l'anterior, posava l'èmfasi, no pas en la comparació de l'aspecte general, sinó en el **reconeixement de característiques distintives** (Crespo, 1999: 361). Aquesta explicació semblava recolzada per les descobertes sobre la fisiologia del còrtex visual i, d'acord amb aquestes, establia una seqüència jeràrquica de processament de l'estímul que anava dels detectors de trets elementals als detectors de trets globals, fins a arribar a l'execució d'una decisió identificativa (Crespo, 1999: 362). Aquesta hipòtesi pot explicar el reconeixement de patrons senzills, com per exemple les lletres i els nombres, però no serveix per formes més complexes, com ara les naturals. Per altra banda, només es limita a la detecció de característiques aïllades i no explica com es relacionen els trets entre ells.

Una via per superar aquesta limitació és, per exemple, fent servir un **sistema d'eixos de coordenades**. Els eixos estableixen un marc de referència perceptiu que permet reconèixer un objecte independentment de les variacions en l'orientació i la mida perquè les relacions internes respecte de l'eix de coordenades es mantenen invariables (Crespo, 1999: 363). L'inconvenient es presenta quan la rotació dels eixos pot comportar significacions diferents, com en el cas del quadrat que, si el girem, es transforma en un rombe. El reconeixement a partir d'eixos suposa la presència de dos sistemes de coordenades diferents: un que depèn de l'observador/a i un altre que és inherent a l'objecte, el qual activa una determinada representació canònica emmagatzemada a la memòria, que és susceptible de ser formalitzada en una descripció estructural (Crespo, 1999: 364). Una descripció estructural està constituïda per nodes, corresponents a les diferents parts de l'objecte i organitzats jeràrquicament com en una xarxa semàntica.

Una altra versió dins dels models de reconeixement per coordenades és el model computacional de reconeixement de Marr, que ja he explicat a la revisió històrica de les teories de la percepció. Aquesta teoria, que ha rebut una gran acceptació, proposa que el

reconeixement d'un objecte consisteix en passar d'una descripció dependent del punt de vista a una altra basada en eixos inherents a l'objecte, de tal manera que es pugui comparar amb la representació canònica emmagatzemada a la memòria (Crespo, 1999: 365). Per aconseguir-ho, l'estímul que capturat per la retina pateix tres estadis successius de descripció: l'esbós primari i el 2-D –que depenen del punt de vista de l'observador–, i el model 3-D –que correspon a una elaboració d'alt nivell i fa servir un marc de coordenades inherent a l'objecte i determinat pels eixos naturals d'allargament i/o simetria. Així doncs, un model 3-D general d'un objecte es pot descompondre en formes volumètriques subordinades anomenades “cons generalitzats”, cadascuna amb el seu propi eix de referència (Crespo, 1999: 366). Les descripcions com aquesta, basades en la definició d'eixos, presenten un inconvenient fonamental i és que, sovint, no es poden invocar criteris com ara l'allargament o la simetria per establir el sistema de coordenades. Un altre problema és que moltes vegades, tal com han evidenciat les observacions experimentals, el reconeixement d'objectes es basa en la perspectiva de l'observador/a, com és el cas d'objectes desconeguts –pels quals no posem un model canònic emmagatzemat a la memòria– o bé d'objectes amb una estructura molt complexa, per exemple, les cares (Crespo, 1999: 368).

El problema de l'establiment dels eixos quan no es poden emprar criteris com ara la simetria ha estat abordat durant els anys 90 per Irvin Biederman, amb la seva hipòtesi del **reconeixement per components** i el plantejament del concepte de “geó” (Lillo, 1993: 432). Els geons són elements volumètrics primitius en què es pot segmentar un objecte i que posseeixen unes característiques no accidentals, és a dir, independents del punt de vista, necessàries per al reconeixement. El procés és el següent: en primer lloc, es detecten les característiques formals més bàsiques dels objectes a partir de l'estímul imprès a la retina i s'assimilen amb diferents geons; seguidament es comparen els geons identificats amb les representacions emmagatzemades a la memòria, admetent la possibilitat d'un ajustament parcial entre els dos models; finalment, s'activa la representació més ajustada, amb la qual cosa s'ha identificat l'objecte (Crespo, 1999: 369-370). L'avantatge del concepte de geó és que, des d'un punt de vista explicatiu, conté les implicacions dels sistemes de coordenades de Marr i les xarxes semàntiques però les supera perquè pretén explicar el reconeixement d'objectes a través de les propietats geomètriques inherents projectades bidimensionalment a la retina. Si reconeixem un objecte és perquè, independentment d'aquesta projecció, la relació entre els geons es manté constant i, per tant, sempre s'activa la mateixa descripció estructural (Crespo, 1999: 370).

Les hipòtesis anteriors es poden separar en dues categories: les que es basen en la comparació o superposició espacial de la totalitat de l'objecte i les que es basen en el reconeixement de trets distintius. Per què el nostre sistema perceptiu hauria d'utilitzar només un dels dos elements? La postura d'Arnheim és un exemple d'hipòtesi combinada. Per ell, en la percepció de la forma resideix l'inici de la formació de conceptes, ja que, en el fons, consisteix en la captació de les característiques estructurals de l'estímul (Arnheim, 1986: 40). El pensament abstracte de la realitat és una necessitat derivada de la nostra forma de percepció. En primer lloc, perquè la imatge que arriba a la retina està distorsionada i, per tant, exigeix que realitzem una operació mental per extreure a partir dels patrons lumínics la veritable naturalesa de l'objecte. En segon lloc, aquesta distorsió no es percep negativament, sinó que ajuda a distingir entre l'essència de l'objecte i la seva posició actual. Des del seu punt de vista, la percepció consisteix en la captació dels trets genèrics d'un objecte. I, en contrapartida, el pensament es basa en

les imatges extretes de l'experiència prèvia. Així, els elements del pensament en la percepció i els elements perceptius en el pensament són complementaris i converteixen la cognició humana (Arnheim, 1986: 167)

“...en un proceso unitario que avanza sin interrupción desde la adquisición elemental de información sensorial hasta las ideas teóricas más genéricas”

L'element que permet aquest procés unitari seria l'abstracció. Com que es perceben només particularitats però es pensa amb generalitats, l'abstracció ha de permetre passar d'una funció a l'altra en un moviment bidireccional: percebre per enriquir la base de dades; pensar per reconèixer els fenòmens i objectes, respondre-hi adequadament i actualitzar la base de dades. L'abstracció consisteix, explicant-ho de manera molt simplificada (Arnheim, 1986: 200), en la distinció entre les característiques generals i accidentals d'un objecte i l'extracció de les que són importants per a l'observador/a, normalment, d'entre les primeres. La posterior generalització i classificació condueix a la formació de conceptes, que poden assumir dues formes. Per una banda, poden cristal·litzar en una configuració particular i concreta, apta per la classificació, la identificació i la comunicació –per tant, estretament lligada al llenguatge–; i per una altra, en un nucli de característiques mínimes invariables al voltant del qual es reuneixen totes les varietats possibles que cobreix el concepte, propi d'un pensament més flexible i creatiu (Arnheim, 1986: 256). Com a imatge –representació i símbol–, la RV participa especialment de la primera possibilitat: com que és realista i concreta (no simbolitza qualsevol jaciment, sinó aquell que joestic estudiant) permet identificar, classificar i transmetre coneixement sobre un objecte, operacions fonamentals per l'Arqueologia.

Totes les hipòtesis que hem vist fins ara entenen el reconeixement dels objectes com un conjunt d'operacions jerarquitzades des de l'estímul visual fins a les funcions cognitives “superiors”. El model del **reconeixement per processament distribuït en paral·lel** (PDP) es basa, com en el cas de Marr o d'Ullman, en analogies cibernètiques però, en lloc d'adoptar-ne un enfocament seqüencial, agafa el model de processament propi de les xarxes neurals. Les xarxes neurals, com ja hem vist anteriorment, estan formades per petites unitats de processament a través de les quals circula la informació i que tenen dues capacitats fonamentals: en primer lloc, la capacitat d'aprendre; en segon lloc, la capacitat d'enviar una resposta activadora o inhibidora a la resta de companyes, en funció d'un llindar preestablert. Una característica bàsica és que les unitats treballen en paral·lel, és a dir, que realitzen càlculs i els envien segons la seva possible activació. La capacitat d'aprendre també és molt important perquè implica que la xarxa és capaç de modificar progressivament els pesos de les connexions i els llindars d'activació per tal d'adaptar-se a les necessitats de la situació, com és el cas del reconeixement de determinats patrons. Aquest model, que sembla agafat de la computació més dura, en el fons, prové de la fisiologia cerebral, ja que, precisament, va adoptar el nom a partir de la descoberta del funcionament de les neurones, la memòria i l'activació de les diferents regions corticals. En el cas del reconeixement d'objectes, els PDP s'han aplicat especialment a la identificació de paraules (Crespo, 1999: 375). Cada lletra es segmenta en els seus trets representatius bàsics, la detecció dels quals enviarà una ordre inhibidora a les neurones que no el posseeixen. A la capa de sortida només s'activarà aquella solució que conté tots els trets que han estat identificats positivament en les capes anteriors. Tot i que aquest enfocament va gaudir d'un gran èxit durant els anys 80, especialment perquè es plantejava a partir del funcionament real del cervell, no ha

passat de la simulació computacional de petits exemples que no s'han integrat en una teoria d'abast general (Crespo, 1999: 377).

La individualització d'objectes també s'ha estudiat des de la perspectiva de la Neurociència i ha portat a demostrar la intervenció del fenomen anomenat **inhibició lateral** (Fischler i Firschein, 1987: 219), que apareix en totes les modalitats sensorials. Com que la majoria de la informació provinent del medi es manté constant al llarg del temps, no cal que els sentits informin de coses que ja sabem. Per aquest motiu el teixit nerviós està dissenyat per adaptar-se a una estimulació repetitiva, és a dir, que la seva resposta disminueix amb el temps i, d'aquesta manera, quan es produeix una novetat, la podem captar i processar més eficientment. Però, què passaria si aquesta adaptació es produís de manera automàtica i selectiva? És exactament el que succeeix en el cas concret de la retina i certes regions del còrtex cerebral, en què l'estimulació d'una regió concreta produeix la inhibició de les fibres nervioses del voltant –la inhibició lateral– i això fa que “veiem” una línia clara al llarg del contorn d'un objecte fosc sobre un full perquè permet diferenciar més clarament la discontinuïtat en el patró de llum. Aplicat a la individualització d'elements, el resultat és que la distinció entre l'objecte i el fons es fa més abrupta perquè intensifica els contrastos locals.

II.3.3.5.4. Percepció de la tridimensionalitat

En relació amb la tercera dimensió, una de les crítiques que es va adreçar a la Gestalt provenia de l'enfocament ecològic de Gibson, que els recriminava el fet d'haver-se centrat excessivament en la percepció de la profunditat a partir de les imatges planes que ells dissenyaven i negligien l'aplicació de les seves conclusions a l'entorn quotidià, en què la tridimensionalitat era real. D'aquesta manera s'haurien adonat que algunes lleis provenien de constriccions ecològiques i visuals de l'entorn, com ara el predomini de les línies verticals i horitzontals –relacionades amb la gravetat– o la mida dels objectes –relacionada amb el fet que la Terra sempre és més gran que qualsevol cosa que contingui (Lillo, 1993: 400).

La percepció de la profunditat es basa en dos tipus de claus, les pictòriques –relacionades amb la informació que es projecta a la retina– i les no pictòriques –que apareixen en un nivell superior a la representació inicial. Les **claus pictòriques de la profunditat** reben aquest nom perquè, com que també són bidimensionals, apareixen en fotografies, pintures, etc., però, segons l'opinió de Julio Lillo tenen el seu origen primari en el patró òptic de la retina i no pas en convencions culturals (Lillo, 1993: 402). Aquesta afirmació s'oposa a la concepció d'Arnheim (Arnheim, 1987: 214-215), per qui el bagatge cultural de l'observador/a també compta. Segons ell, com més familiaritzat s'està amb la representació perspectivista, més fàcil és corregir la distorsió. Per aquest motiu els adults d'altres cultures no occidentals tenien dificultats per reconèixer els objectes o percebre profunditat en les pintures o fotografies [(Deregowski, 1974), citat a (Fischler i Firschein, 1987: 230)]. Un altre exemple que demostraria l'opinió d'Arnheim és l'orientació (Arnheim, 1987: 66-67, 69). Al cervell humà hi predomina una direcció fonamental –la vertical– en funció de la qual s'organitza tot el camp visual. L'origen d'aquest predomini es troba principalment en la força de la gravetat. Tot i la presència d'aquest component físic important, la noció d'orientació també és un concepte après culturalment perquè els nens i els adults de les societats preindustrials dibuixen i interpreten les imatges independentment de

l'orientació. Sembla que aquesta limitació es comença a fixar a partir dels sis anys. Tot plegat demostraria que les claus pictòriques no són universals.

La imatge en dues dimensions que es forma a la retina conté la informació que permet inferir la tercera dimensió i això és degut a un principi òptic pel qual la mida de la projecció d'un objecte és inversament proporcional a la distància que el separa de l'observador/a. Aquest principi té conseqüències en relació amb la profunditat perquè provoca diferents claus pictòriques de la profunditat:

- **Alçada relativa:** els objectes que es troben més lluny estan situats més amunt que els que es troben més a prop de l'observador/a (Arnheim, 1987).
- **Mida relativa:** els objectes que es troben més lluny són més petits que els que es troben més a prop de l'observador/a (Fischler i Firschein, 1987: 231).
- **Perspectiva aèria:** els objectes més llunyans apareixen més borrosos perquè, pel principi de la difracció, hi ha una capa major d'aire que s'interposa entre ells i l'observador (Lillo, 1993: 401).
- **Convergència de línies paral·leles:** Com passa amb les vies del tren, les línies paral·leles que se separen de l'observador tendeixen a convergir en un punt imaginari del pla, tot i que nosaltres sabem que això no passa en la realitat (Fischler i Firschein, 1987: 231; Lillo, 1993: 405).
- **Superposició:** Els objectes més propers tapen els que es troben més lluny (Arnheim, 1987: 201-203; Lillo, 1993: 407).
- **Gradients de textura:** com més lluny es situa un objecte, més petita serà la projecció de les seves textures i, a més la disminució es farà de manera contínua si les variacions en la distància real són contínues. Inversament, quan es produeix una discontinuïtat en les característiques de la projecció interpretarem que hi ha una discontinuïtat entre superfícies. Aquesta clau pot actuar quan no és possible percebre la totalitat del contorn de l'objecte (Lillo, 1993: 401-403). Les claus de superposició, convergència de paral·leles, mida i alçada relatives poden produir, per elles mateixes, efectes de profunditat però, si les integrem en el context dels gradients de textura, guanyem en precisió perquè eliminem l'ambigüïtat informativa de cada clau en solitari (Lillo, 1993: 407).
- **Patrons d'il·luminació:** les ombres també poden proporcionar sensació de profunditat. Concretament, el nostre sistema visual considera que hi ha una concavitat quan percep el patró "foscor superior - claredat inferior" i considera que hi ha una convexitat quan aquest patró s'inverteix. Segons l'explicació de la perspectiva ecològica això és degut al fet que en l'entorn quotidià, la llum sempre procedeix de dalt –normalment és el sol– i genera aquest patró estimular (Lillo, 1993: 409).

Des del punt de vista semàntic, totes aquestes claus pictòriques es poden entendre com a regles de composició que porten a un significat concret: la percepció de la profunditat.

Per a Arnheim, l'element més poderós per representar la profunditat de l'espai és la distorsió de les formes. La distorsió consisteix en un canvi en les relacions entre les dimensions espacials d'un objecte i implica necessàriament una comparació entre el que es veu i el que hauria de ser, idea que està emmagatzemada a la memòria (Arnheim, 1987: 205). Això significa que es tracta d'una activitat exclusivament intel·lectual? En opinió d'Arnheim, aquí hi opera un mecanisme perceptiu basat, novament, en la simplicitat, que parteix de la premissa que, per defecte, considerem que una figura està situada en el pla frontal. Automàticament, busquem la seva transformació geomètrica a una forma més senzilla. Si això és possible, considerarem que ha patit una deformació com a conseqüència d'un canvi de pla que no exclogui l'anterior. És a dir, que la introducció d'una altra dimensió alleuja la sensació de tensió produïda per la deformació i, per tant, simplifica la percepció resultant (Arnheim, 1987: 206).

Es podria afirmar que totes aquestes claus pictòriques provenen dels objectes observats, és a dir, que el cervell genera una "representació centrada en l'objecte". En aquesta mateixa línia, un altre element que s'afegeix a la percepció de la tridimensionalitat en les imatges planes i que s'adiu totalment amb aquesta forma de representació mental és el concepte de "geó", definit per Bierderman i explicat en l'apartat anterior. Els geons són les formes geomètriques bàsiques en què es poden descompondre els objectes percebuts i, a més de jugar un paper fonamental en el reconeixement de les coses, també proporcionen una indicació de la tridimensionalitat perquè funcionen de manera similar a les claus pictòriques de profunditat (Lillo, 1993: 437).

Si totes aquestes claus proporcionen sensació de profunditat, per què no percebem realment la tercera dimensió, en lloc de considerar-ho un objecte pla? La resposta és que falten algunes claus que no es poden reproduir en un suport bidimensional. Que les retines, on es projecta la imatge, siguin superfícies bidimensionals no significa que imposin la seva estructura al cervell, sobretot si tenim en compte que els estímuls electroquímics que rep el cervell provenen d'uns receptors, els cons, completament independents els uns dels altres (Arnheim, 1987: 207). Precisament, per aquest motiu s'anomenen **claus no pictòriques de la percepció** i tenen a veure amb les característiques físiques de la percepció visual humana, és a dir, amb una representació centrada en l'observador/a. És a la escorça visual del cervell on es produeix l'operació de "càlcul" per la qual una estructura es veurà bidimensionalment o tridimensionalment, depenent de quina de les dues versions produeixi l'estructura més simple (Arnheim, 1987: 209). Les claus no pictòriques de la profunditat són les següents:

- **Paralatge de moviment:** consisteix en el desplaçament dels ulls per mantenir en el centre de la nostra mirada un objecte que també es mou. En aquest cas, com que el desplaçament és lateral, la projecció dels objectes més propers es desplaça a través de la retina més ràpidament que la dels més allunyats. En situacions en què ens apropem o allunyem d'un objecte centrat en el nostre camp visual, tenim la sensació que l'objecte s'expandeix o es contrau, respectivament, a partir d'aquest mateix centre. El desplaçament progressiu de les projeccions s'anomena flux òptic i serveix al sistema visual per obtenir informació sobre el moviment relatiu d'una part de l'escena i sobre les relacions de profunditat que s'hi estableixen. Sembla ser que aquestes dues variables es processen al cervell de manera independent (Lillo, 1993: 414).

- **Disparitat retinal:** mentre que les espècies de mamífers herbívors tenen els ulls situats lateralment, la qual cosa els proporciona una visió panoràmica, els animals depredadors, els primats i els humans els tenen situats frontalment, de manera que el seu camp visual queda restringit però, en contrapartida, els dos ulls superposen parcialment les imatges monoculars i això contribueix a la sensació de profunditat (Kalawsky, 1993: 48). Com és possible? Doncs perquè els objectes situats en una mateixa distància respecte de l'observador projecten imatges en parts equivalents de les dues retines, però, com més es separen d'aquesta línia imaginària que els unia, major serà la diferència en la projecció retinal (Lillo, 1993: 418). La disparitat retinal, que es refereix a un aspecte geomètric relacionat amb les característiques de les projeccions a les retines, està molt relacionada amb l'estereoscopia, és a dir amb la percepció del volum i la profunditat, com a conseqüència de la fusió automàtica de la imatge que arriba de cada ull en una única experiència perceptiva. Això no obstant, si la disparitat retinal és massa gran, no es podrà realitzar aquesta fusió i veurà els objectes dobles (Lillo, 1993: 419).

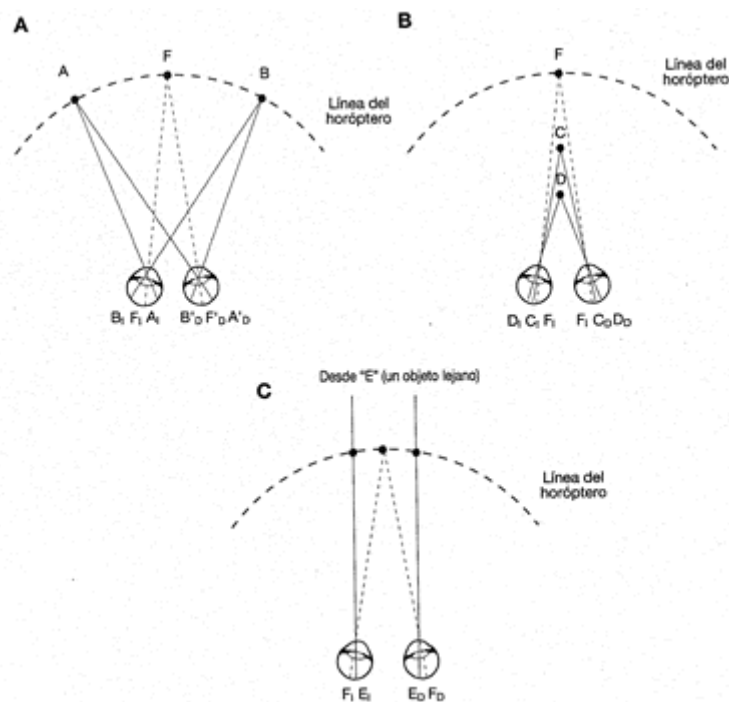


Figura 47: Disparitat retinal. Els objectes situats a la línia de l'horòpter projecten imatges en parts equivalents de les retines (A). Si ens n'allunyem, augmenta la disparitat en les projeccions retinals (Lillo, 1993).

A la vida quotidiana, totes aquestes claus funcionen simultàniament i es combinen per tal de superar les insuficiències i inadequacions que es produïrien si funcionessin separatament, especialment en el cas de les claus pictòriques. Diu Julio Lillo (Lillo, 1993: 424):

“En resumen, las insuficiencias e inadecuaciones de las claves de profundidad justifican la integración de la información obtenida sobre las relaciones tridimensionales en la escena, y llevan a pensar en la conveniencia de realizar un procesamiento conjunto de todas ellas. Por otra parte, sin embargo, la base informativa en que se basa cada una es tan distinta que su procesamiento podría perfectamente realizarse en paralelo mediante mecanismos independientes de

procesamiento (módulos) de forma que, por ejemplo, un tipo de módulo podría utilizar las variaciones temporales en la descripción inicial correspondiente a cada ojo para obtener información sobre la profundidad relacionada con la clave de paralaje de movimiento, mientras que otro compararía las descripciones iniciales de ambos ojos para lograr información sobre la profundidad a partir de la existencia e disparidades retinianas [...]. La ventaja de tal procesamiento en paralelo sería, obviamente, permitir una computación mucho más rápida.”

Aquesta és una idea que recull la teoria de la computació natural per explicar el desajust entre la imatge que es projecta a la retina i la percepció final. En opinió de Marr (Marr, 1986), la informació que rep cada ull prepara una esbós inicial que s'envia a diferents centres o mòduls cerebrals que processen simultàniament la informació. El resultat de les seves activitats és la percepció final, que ja no té a veure amb la imatge inicial projectada a la retina sinó amb l'aprehensió de l'escena (amb totes les seves característiques de llum, color, profunditat etc.) des de la perspectiva de l'observador/a. La conclusió que se n'extreu –i que els experiments han demostrat [(Holway i Boring, 1941), citat a (Lillo, 1993: 426-428)]– és que, com més claus i centres es posin en funcionament, més precisa serà la percepció final. En aquest cas, la redundància no és supèrflua perquè unes funcions compensen els errors que apareixen en d'altres; en cas contrari, poden aparèixer il·lusions, especialment, les relacionades amb la constància de mida (Fischler i Firschein, 1987: 228). I aquesta teoria també resol algunes de les paradoxes en què semblaven caure, per exemple, la llei de la simplicitat o de la “defensa perceptiva”, atès que no hi ha un únic procés de percepció sinó diversos centres funcionant alhora de manera més o menys conscient, que acaben convergint en una resposta.

En opinió d'Arnheim, la correcció que el cervell aplica per contrarestar les distorsions provocades per la perspectiva mai no és totalment eficient perquè, en realitat, no vivim en un entorn visual semblant a un cub sinó més proper a una piràmide, en el qual les distorsions mai no es compensen totalment però no ofereixen imatges aberrants (Arnheim, 1987: 224). Evidentment, aquesta afirmació proposa un model de “realitat” visual no euclidià, en què les proporcions geomètriques es mantindrien pels i les qui són a dins però tindrien un aspecte sorprenent per algú que ho observés des de fora. És a dir, que el mecanisme humà de la percepció està avesat a un món homogeni regulat per lleis no euclidianes en la distància i per lleis euclidianes en el pla frontal, a partir de les quals hem format la concepció simplificada de l'espai visual (Arnheim, 1987: 224).

“En el espacio perceptivo hay lo que podrían llamarse “oasis newtonianos”. En el plano frontal el espacio es aproximadamente euclidiano; y si la distancia no es mayor que unos pocos metros, la forma y el tamaño se ven en realidad inalterables. [...] Pero, aun en el resto del mundo piramidal, las relaciones de forma y tamaño con el marco se perciben tan directamente, que al observador ingenuo le resulta poco menos que imposible “ver en perspectiva”, porque ver en perspectiva significa percibir el mundo heterogéneo como un mundo homogéneo distorsionado en el cual el efecto de profundidad se muestra con la misma especie de sinuosidad que observamos cuando en un plano frontal se ve una cosa retorcida.”

En la percepció visual i en les representacions computacionals, l'element que resta constant no és pas la mida sinó l'escala, que només es veurà alterada per elements que interrompin la continuïtat del marc espacial. Per això, si no hi ha cap objecte que constitueixi una referència, la lluna ens sembla tan propera com qualsevol altra estrella. La continuïtat és un element fonamental en la percepció i es manifesta a través de gradients que, definits com a creixement o decreixement gradual d'alguna qualitat perceptiva en l'espai o el temps, són els que, en opinió de Gibson [(Gibson, 1950), citat a (Arnheim, 1987: 225)], veritablement creen la sensació d'espai tridimensional. Exemples bàsics serien la obliquïtat, la mida, la intensitat del color, la nitidesa o la regularitat. Això no obstant, els gradients no són condició exclusiva necessària perquè es produeixi sensació de profunditat: la provoquen quan representen distorsions perceptives i la compensació d'aquestes en la tercera dimensió produeix un resultat més simple (Arnheim, 1987: 227).

II.3.3.5.5. Percepció del color

El color també juga, juntament amb la forma, un paper fonamental en la percepció visual: permet distingir i reconèixer objectes. Els experiments realitzats amb infants en edat pre-escolar han demostrat que el color és una guia fonamental de relació amb el medi durant els primers anys de vida i, progressivament, a mesura que adquireixen destresa visual en el context cultural, s'inclinen cap a la forma com a mitjà d'identificació principal (Arnheim, 1987: 275).

L'estudi de la percepció del color és complex perquè es tracta d'un fenomen que integra diversos mecanismes encara mal coneguts. Tot i que aquesta és una circumstància atribuïble a qualsevol element relacionat amb la percepció, en el cas del color és especialment destacable perquè inclou una dimensió emocional que no apareix, per exemple, en la percepció de la tridimensionalitat. El color genera en les persones una reacció emocional espontània: els colors amb una longitud d'ona llarga provoquen excitació, expansió i atracció i sembla que s'apropin, mentre que els d'ona curta produeixen els efectes contraris (Arnheim, 1987: 277). A més, totes les persones tenen tendència a associar-los, respectivament i de manera general, amb la calidesa i la fredor. Després, cada color evoca diferents matisos emocionals condicionats per la cultura i, com a resultat, la psicologia del color presenta un component cultural important. Aquesta reacció corporal tan evident, demostrada tant en persones com en animals, no es manifesta amb cap altre dels paràmetres visuals que hem tractat anteriorment.

Tot i que tradicionalment la Psicologia s'ha interessat poc pels efectes del color sobre la conducta, s'han realitzat estudis per proposar teories explicatives al respecte. Una de les més recents és la que té a veure amb l'energia i les vibracions (Myerson, 2000). La llum és l'única forma d'energia electromagnètica que podem percebre a través dels sentits i, a més, presenta la particularitat que apareix sota diferents longituds d'ona, corresponents als diferents colors. Paral·lelament, s'ha demostrat que l'exposició directa a la llum solar afecta la producció d'hormones per part del nostre cos. És molt probable que les diferents longituds d'ona tinguin efectes diferents sobre el nostre sistema endocrí. Aquesta és la base de les teràpies curatives amb colors, tot i que hi ha qui afirma que es tracta d'un efecte "placebo".

El primer en tractar la qüestió de la percepció del color va ser Newton, en el s. XVIII, que va demostrar que la llum blanca es compon de tots els colors de l'espectre i que cada color correspon a una freqüència específica. En el s. XIX, en què es disposava d'aparells de mesura més sofisticats, es van adonar que la freqüència de la radiació dins l'espectre visible era immensament més gran que la velocitat de processament del sistema nerviós (Burney, 2000). Essent així, com es podien captar els colors? El primer en proposar una resposta va ser el científic i egiptòleg Thomas Young, que va postular que la percepció del color havia de ser una sensació interna i va començar a buscar l'explicació en la pròpia fisiologia humana. Partint dels estudis artístics sobre els colors i del descobriment de la presència a la retina d'un nombre molt limitat de receptors, va formular la hipòtesi que l'ull i el cervell col·laboraven per, a partir de dos colors bàsics, produir-ne un tercer (Burney, 2000). Hermann von Helmholtz, psicòleg experimental, va continuar en la línia de Young i va formular la teoria tricromàtica, que es basa en la coincidència entre el nombre de colors primaris i el nombre de cons.

Aquesta és la teoria explicativa dominant avui dia, però no està universalment acceptada perquè conté llacunes importants. En primer lloc, Edwin Land va inventar, a finals dels anys seixanta, la Polaroid instantània i va poder demostrar que amb només dos colors també es podien reproduir gairebé tots els colors (Burney, 2000). És més, Young ja era conscient que amb el sistema de tres discs no era possible reproduir tots els colors que som capaços de percebre, com per exemple el marró o els metàl·lics. Però en canvi, una pel·lícula fotogràfica de color –que consisteix en una complexa disposició espacial de tres filtres– ens pot donar colors que Young no era capaç de fer. Aquests experiments de Land suggereixen que la percepció del color no és només una qüestió de longitud d'ones sinó que també hi intervenen les diferències d'intensitat entre petites regions i el fet que els patrons representin objectes (Burney, 2000). Per altra banda, les corbes d'absorció dels receptors retinals demostren que la teoria de la tricromaticitat no és suficient per explicar alguns detalls perquè no hi ha una correspondència exacta entre cada tipus de con i el color que li hauria de pertocar (Fischler i Firschein, 1987: 235; Lillo, 1993: 373).

Totes aquestes descobertes són modernes, però des de ben poc després de la formulació de von Helmholtz ja es va intentar refutar i completar la seva hipòtesi. La “teoria dels processos oposats”, proposada per Edwald Hering el 1870, es basa en els experiments realitzats per ell mateix, que demostraven que els colors primaris són quatre: blau, verd, groc i una quarta longitud no determinada exactament, pròpia d'un color vermell barrejat amb violeta (Villafañe, 1998: 115). Edwald Hering va suposar a l'existència a la retina d'unes substàncies que reaccionaven de manera oposada en funció del tipus de llum. Així doncs, una substància es sintetitzaria davant els estímuls que generen la percepció del blau però es descompondria davant els del groc. Una altra faria el mateix amb el verd i el vermell i una altra, amb el negre i el blanc. Aquesta teoria no va rebre gaire atenció perquè la teoria de la tricromaticitat tenia molt de prestigi. Però, a partir de la dècada del 1940, els estudis psicofísics de Leo Hurvich i Dorotea Jameson van aportar dades empíriques sobre el funcionament de processos de tipus “oposat” (Lillo, 1993: 341).

La teoria dels processos oposats intenta completar l'explicació tricromàtica a través de la incompatibilitat fenomènica de tres parells d'experiències: la del verd i el vermell, la del blau i el groc, i la del blanc negre (Lillo, 1993: 374). Es considera que aquests colors són incompatibles perquè un mateix receptor no pot ser estimulat alhora pels dos

components de la parella –amb l'excepció del blanc / negre, que donaria com a resultat el gris (Villafaña, 1998: 117). Per altra banda, són complementaris, és a dir, que si es barregen en la proporció adequada, produeixen una absència de matís (Lillo, 1993: 322). Diferents experiments semblen recolzar la validesa d'aquesta teoria. En primer lloc, les postimatges: després d'haver mirat durant una estona un quadrat de color vermell, si fixem la vista en un full blanc ens apareixerà, durant uns instants, un quadrat de color verd (i viceversa); el mateix succeeix amb un quadrat blau, però llavors ens apareix el color groc. El contrast simultani és un altre fenomen visual pel qual els fons cromàtics incompatibles –verd / vermell d'una banda i groc / blau de l'altra– influeixen en els traços que tenen al damunt i fan que els veiem amb un matís oposat al fons sobre el qual apareixen (Lillo, 1993: 339). Així, si dibuixem una creu “grisa” sobre dos rectangles, un de blau i un de groc, la creu sobre el primer sembla grogosa i la creu sobre el segon sembla blavosa.

La teoria dels processos oposats també presenta punts foscos. Un dels més evidents sorgeix a partir de la comprovació que les persones amb ceguesa al verd i al vermell poden veure el groc quan, segons la teoria es forma per addició dels dos colors anteriors (Lillo, 1993: 340; Villafaña, 1998: 117). Els estudis desenvolupats als anys seixanta sobre les propietats d'absorció dels cons van demostrar, d'una banda, que, efectivament, en les seves cèl·lules hi havia tres tipus de pigments, sensibles a longituds d'ona corresponents al blau, verd i vermell; i de l'altra, que les evidències empíriques sobre el procés de percepció del color advocaven per una integració de les dues teories: la teoria de von Helmholtz explicaria el funcionament dels fotorreceptors i la de Hering explicaria la traducció dels estímuls tricromàtics en senyals bicolors per part de les cèl·lules ganglionars en el moment que la informació abandona l'ull per dirigir-se cap el cervell (Villafaña, 1998: 118).

La nostra percepció del color de les parts d'una escena no només depèn de la quantitat de llum de les diferents longituds d'ona que ens arriba d'elles. Quan traiem un objecte il·luminat amb llum artificial –que conté molta llum vermella d'altres longituds d'ona– a la llum del dia –que conté més llum blavosa de longituds d'ona curtes– la composició de la llum reflectida per l'objecte canvia molt. Tot i amb això, no acostumem a percebre cap canvi en el color del objecte. Aquest fenomen s'anomena constància del color i s'explica per la combinació de dos mecanismes: l'adaptació selectiva i la influència de les àrees properes (Lillo, 1993: 362). L'adaptació selectiva té a veure amb la capacitat dels tres tipus de cons, que augmenten o disminueixen la seva capacitat de resposta en funció de la magnitud de l'energia que els estimula (Fischler i Firschein, 1987: 235; Lillo, 1993: 363). Això significa que si els cons reben un “excés” d'ones d'una determinada longitud, els que estan preparats per respondre-hi específicament, s'inhibiran de manera que s'equilibri la percepció global del color. Això explica per què, al cap d'una estona d'haver entrat en una habitació amb un llum molt groc, ja no tenim la sensació que ho sigui.

Però, en canvi, aquesta teoria no justifica per què la mateixa bombeta ens semblarà diferent si la mirem des del carrer i per què no ens hi acostumem per molta estona que passi (Lillo, 1993: 365). El mecanisme que explica aquest fenomen –i també la capacitat d'adaptació instantània– és la influència de les àrees properes i es basa en la capacitat del sistema visual de comparar la informació sobre les longituds d'ona procedents de totes les parts d'una escena. ¿Com pot ser que una superfície blava il·luminada per una bombeta de tungstè i un full blanc il·luminat pel sol, que generen el mateix patró

d'activació dels receptors es percebin de manera diferent al final del procés de percepció? Un altre element que s'ha de tenir en compte és que, des que l'ésser humà va inventar els llums artificials, les fonts d'il·luminació poden ser diverses i, per tant, a l'hora de comparar les luminàncies relatives, el cervell ha d'utilitzar alguna estratègia per saber com estan essent il·luminades les superfícies. Els experiments realitzats han portat a formular la hipòtesi que la comparació es fa selectivament, és a dir, que només es duu a terme amb aquelles superfícies percebudes en un mateix pla i, per tant, amb una luminància similar (Lillo, 1993: 368-369). La intervenció del factor espacial demostra la complexitat dels càlculs que intervenen en la percepció del color.

II.3.3.5.6. Percepció del moviment

La percepció del moviment és una capacitat fonamental per als animals, ja que els permet sobreviure en un medi dinàmic, que es troba en constant transformació. Segons els estudis, és fins i tot anterior i més important que el reconeixement dels objectes. Per exemple, molts animals només són capaços de distingir aquells objectes que es mouen i que identifiquen com a potencials preses o depredadors. En el nostre cas, quan es produeix una lesió que afecta el sistema perceptiu visual, la primera funció que es recupera és la percepció del moviment (Munar i Rosselló, 1999: 412). I és que per a nosaltres és més important adonar-nos del moviment d'un objecte i evitar, per exemple, que ens caigui al cap, que no pas saber què és. Precisament perquè és important, el nostre cervell s'encarrega, tant bon punt el moviment ha estat detectat dins el camp visual, de donar l'ordre inconscient al nostre cos de fer un moviment bruscat per apartar-nos o protegir-nos. En el cas dels animals de presa, aquesta mateixa habilitat és vital per anticipar la posició d'una presa i atrapar-la en les situacions més variades.

Com en altres aspectes de la percepció, una de les primeres tasques de la Psicologia va consistir en la quantificació del fenomen, per exemple, establint els llindars de detecció. Així, sabem que no tenim percepció del moviment per sota de 10-20 minuts d'arc visual per segon però que aquesta xifra pot variar en funció de l'entorn de l'objecte, per exemple, si tenim un marc estàtic que faci de referència (Munar i Rosselló, 1999: 414). Una altra característica que va ser establerta des de ben aviat va ser que la percepció del moviment no depèn únicament del desplaçament de l'objecte sobre la retina, tal com ho demostren dos efectes ben documentats (Munar i Rosselló, 1999: 414-415): en el cas de la transposició de velocitat, els objectes més grans sembla que es moguin més poc a poc que els petits, malgrat que la velocitat sigui idèntica; en el cas de la constància de velocitat, si mantenim constant el desplaçament d'un objecte i ens allunyem respecte d'ell, percebrem igualment la constància de velocitat, encara que la velocitat angular del seu desplaçament pel camp visual hagi disminuït.

Un altre fenomen que confirma la conclusió anterior són les il·lusions de moviment, que es produeixen quan tenim la sensació de moviment malgrat que no hi ha hagut un desplaçament real de l'objecte. Són interessants des del nostre punt de vista perquè la RV n'aprofita algunes per simular el moviment. Aquest fenomen es pot produir en quatre casos (Munar i Rosselló, 1999: 416-422):

- **Moviment estroboscòpic:** sorgeix a través d'un patró d'estimulació projectat seqüencialment sobre diferents parts de la retina. Si es duu a terme dins uns paràmetres quantitius específics –ni massa ràpid ni massa lent– el nostre

cervell s'encarregarà de connectar els estímuls discrets i tindrem la sensació que aquell objecte s'està desplaçant pel camp visual. Aquest és el principi bàsic de la cinematografia que, amb l'ajut d'un aparell, projecta sobre una pantalla 24 fotogrames cada segon.

- **Moviment induït:** es produeix quan un objecte està quiet però el marc de referència en què es troba es mou, com passa, per exemple, quan el nostre cotxe està quiet i tots els altres avancen. Aquesta il·lusió s'ha utilitzat en els dibuixos animats i, més recentment, en els videojocs, per crear la sensació que un objecte es desplaça.
- **Moviment autocinètic:** es tracta d'una il·lusió una mica enigmàtica ja que es produeix en absència total de moviment. Quan mirem un únic punt de llum, de poca intensitat, dins una cambra a les fosques, al cap d'un moment ens acabarà semblant que es belluga. Aquesta impressió disminueix si col·loquem un altre punt de referència i s'ha suggerit que es produeix com a conseqüència dels moviments inconscients dels ulls destinats a evitar que la imatge d'un objecte es projecte sempre sobre un mateix punt de la retina, la qual cosa provoca un afèbliment de l'activitat fotoquímica dels receptors.
- **Postefectes de moviment:** Apareixen quan hem observat durant una estona continuada un moviment en una direcció concreta. Així que l'objecte s'atura tenim la sensació que es mou en sentit contrari. L'antic Museu de la Ciència de Barcelona mostrava aquest efecte òptic a través d'una espiral rotatòria. Segons una de les explicacions proposades es deuria a l'adaptació dels detectors de moviment relatiu de la retina, de manera anàloga al que passa amb els receptors del color. Però actualment es tendeix a pensar que no és un efecte produït exclusivament al nivell dels receptors sinó que també hi intervenen els centres de processament cortical.

Una solució per integrar aquestes evidències sobre la percepció en una teoria global és la que va proposar Mack [(Mack, 1986), citat a (Munar i Rosselló, 1999: 415-416, 427)] distingint entre claus de moviment relatiu i claus de moviment absolut. Les claus de moviment relatiu o claus exocèntriques depenen totalment de la imatge de la retina i ens informen sobre el desplaçament d'un objecte respecte d'un altre o respecte del fons, però són insuficients a l'hora de destriar què és el que realment es mou. Per resoldre aquesta ambigüitat cal recórrer a les claus de moviment absolut o claus egocèntriques, que depenen de la comparació entre les claus retinals i les extraretinals –moviment dels ulls, del cap, etc. Normalment ambdós tipus coincideixen –sempre que hi ha claus absolutes n'hi ha de relatives, però no al revés–; tanmateix, en cas de conflicte, predominen les relatives a l'objecte i és per aquest motiu que es produeixen il·lusions com les del moviment induït (Munar i Rosselló, 1999: 425).

Els estudis funcionals han proporcionat evidències a favor de la teoria de Mack sobre les claus retinals i extraretinals del moviment, que explicarien per què, quan seguim el moviment d'un objecte amb els ulls, es manté la percepció del moviment, malgrat que la posició d'aquell objecte sobre la retina ja no canvia. El primer estudi correspon a la teoria de la descàrrega corolària (Munar i Rosselló, 1999: 432-434) i proposa l'existència d'un senyal nerviós que el còrtex frontal premotor envia a un centre comparador –probablement el nucli pulvinar del tàlem– informant-lo del moviment

voluntari dels ulls. Aquest senyal es produeix en molts altres casos i és fonamental perquè el cervell sigui conscient que algunes percepcions no corresponen a canvis reals de l'estímul sinó que estan produïdes per les nostres accions. El nucli pulvinar compara la imatge que entra de V1 amb la que seria d'esperar tenint en compte el moviment dels ulls: si coincideixen és que som nosaltres que ens movem mentre que l'escena està estàtica; si no ho fan, és a dir, si la informació sobre l'objecte no evoluciona d'acord amb la resta de l'escena, llavors significa que ens trobem davant d'un objecte que es mou sobre un fons estàtic. En aquest procés també hi intervenen, paral·lelament, V5 i V3, que s'encarreguen d'identificar el moviment detectat a la retina. Un altre conjunt d'observacions sobre activació neural ha demostrat que és possible que existeixi un centre específic dedicat a la detecció del moviment relatiu, que compara les informacions sobre moviments locals procedents de V5 amb les informacions sobre moviments globals que arriben des d'SPO (àrea pàrieto - occipital superior). No se sap si aquest mecanisme conviu amb l'anterior però, en qualsevol cas, ambdós confirmen que el cervell utilitza informacions diverses per atribuir correctament les propietats cinètiques.

L'explicació sobre la percepció del moviment s'ha abordat des de dues perspectives diferents, oposades en alguns aspectes i coincidents en d'altres. Segons la perspectiva ecològica o de la percepció directa, la imatge projectada a la retina ja conté totes les informacions necessàries per inferir-ne el moviment: canvis relatius entre el fons i l'objecte, canvis en la mida de l'objecte, paralatge de moviment i claus binoculars de moviment (Munar i Rosselló, 1999: 423-424). Però, de tots, potser el més important és el patró de flux òptic perquè, segons Gibson, és condició necessària i suficient per la percepció del propi moviment. Novament, tot es basa en la interpretació dels canvis en la imatge retinal: si els objectes es desplacen respecte d'un punt central, interpretarem que ens estem movent; endavant si el moviment en relació amb el punt de fuga és divergent, i enrera si el moviment és convergent (Munar i Rosselló, 1999: 424).

La perspectiva computacional, en canvi, considera que la imatge de la retina no és suficient per poder extreure de manera immediata tota la informació sobre el moviment i que el cervell ha de realitzar una sèrie de processos cada cop més abstractes fins a arribar a la percepció final. En aquest sentit distingeix entre dos tipus de processos (Munar i Rosselló, 1999: 426): els de freqüència curta i els de freqüència llarga. En el primer cas, s'hi inclouen els moviments que recorren distàncies petites i que, per tant, es processen en un nivell molt bàsic, més sensorial i immediat. Els moviments més llargs, en canvi, demanen una gestió en un nivell superior, és a dir, més cognitiu i, per tant, més flexible. Aquestes dues vies de processament no són independents sinó que la primera transmet informació a la segona.

La perspectiva computacional aixeca una pregunta transcendental per la comprensió de la percepció del moviment: si aquest es basa en la construcció d'un resultat final a partir d'informacions "disperses" sobre un objecte, com es produeix la seva integració en una percepció coherent, entesa com a moviment? Una de les primeres temptatives de resposta es pot anar a buscar a la Gestalt, amb la seva llei de la simplicitat: és més senzill entendre l'estímul com un objecte que es desplaça –és a dir, que es manté constant la forma i varia la posició espacial, seguint els principis del destí comú o de la bona continuació– que no pas interpretar-ho com a objectes diferents. Segons altres autors, la correspondència entre els diferents estímuls depèn més de la lluminositat que de la forma (Munar i Rosselló, 1999: 427). Però potser la resposta més completa és la

que prové dels estudis sobre l'activitat neural, ja que el centre encarregat de la percepció del moviment –V5– és un dels més ben coneguts actualment.

Els estudis sobre l'anatomia funcional del sistema perceptiu demostren que, tot i que el primer pas per la codificació i processament del moviment es realitza a la retina, és al cervell i, més concretament a la regió cortical V5, on es produeixen les activitats necessàries per la percepció del moviment. És més, les observacions realitzades sobre l'estimulació d'aquesta regió en situacions de moviment il·lusori han demostrat que la meitat de les seves neurones no s'activen directament a partir del patró retinal de moviment sinó del moviment "percebut" per l'observador/a (Munar i Rosselló, 1999: 437). Així doncs, tant l'enfocament ecològic com el computacional tenien raó: en el fons, no hi hauria d'haver enfrontament entre les dues postures perquè s'han centrat en parts diferents del procés de percepció.

II.3.3.5.7. Percepció del temps i la causalitat

La percepció visual té un marc espacial però també temporal, que està implicat en el primer: els fets perceptius tenen un principi i un final, són successius, triguem un temps a explorar una escena amb la mirada, hi percebem moviment... L'espai i el temps estan íntimament vinculats en la percepció, tal com ho estan en el món físic. I així ho demostren els experiments que van donar lloc a la definició dels efectes anomenats "tau" i "kappa"¹³⁹.

Tanmateix, es tracta d'una percepció indirecta i, normalment, no es produeix mentre passa, sinó un cop acabat el procés percebut, a partir de la detecció de canvis en el nostre entorn. Per tant, és a través del concepte de canvi que s'entrellacen temps i moviment. Aquests canvis poden ser continus, amb la qual cosa introdueixen les nocions de durada i velocitat, o bé ser discontinus, de manera que sorgeixen els conceptes de successió i freqüència (Estaún, 1999: 580, 586). La percepció de la successió està condicionada per l'ordre dels estímuls però també per les característiques del medi i dels nostres receptors. L'exemple més clar és el del llampec i el tro que, malgrat produir-se simultàniament, arriben successivament als nostres receptors perquè la llum viatja més ràpidament que el so. Un altre exemple, en aquest cas de com el nostre sistema perceptiu imposa el seu ordre, el trobem en les experiències de laboratori en què es presenten alhora cinc nombres escrits i pronunciats i la persona els repeteix en dues sèries agrupades segons el canal sensorial (Estaún, 1999: 586).

La percepció de la durada també es veu afectada per variables psicològiques. Per posar un primer exemple, un interval temporal dividit es considera més llarg que un que no ho està, i la percepció de durada augmentarà com més divisions hi hagi; o bé, a igualtat de durada, l'estimulació visual es considera més llarga que l'auditiva i un so intens o agut es percep com a més llarg que un de feble o greu (Estaún, 1999: 587). Un

¹³⁹ L'efecte *tau* designa la dependència de la percepció de la distància respecte del temps. Es va demostrar aplicant tres punts equidistants de pressió sobre l'avantbraç però amb intervals temporals diferents. La persona percebia una major distància entre aquells punts en què l'interval havia estat major (Dember i Warm, 1990: 315). L'efecte *kappa*, en canvi, designa l'efecte contrari, la dependència del temps respecte de l'espai. La demostració va consistir en encendre simultàniament tres bombetes situades a distàncies diferents. La persona percebia que les dues bombetes més separades no s'encenien simultàniament sinó de manera successiva (Dember i Warm, 1990: 315).

segon exemple, és el de la nostra intervenció en el procés de causalitat. Diversos experiments han demostrat que quan una persona provoca un esdeveniment, té la sensació que el lapse entre la causa i l'efecte és menor que quan no hi ha intervingut (Eagleman i Holcombe, 2002: 323). Hume ja deia que els esdeveniments propers en l'espai o el temps tenen més probabilitats de ser associats causalment que els que no ho estan. Per tal de trobar-hi una explicació, David Eagleman hi ha aplicat la teoria bayesiana de la probabilitat i ha pogut concloure que, efectivament, la incertesa respecte de l'inici de la relació causa - efecte augmenta el marge d'espera percebut (Eagleman i Holcombe, 2002: 325). Així doncs, causalitat, predicció i intenció estan relacionades amb la percepció del temps. Potser per això, el primer que aprenen les criatures són els mecanismes de causalitat bàsica per donar sentit al seu món i ser capaços de manipular-lo i fer previsions: la comprensió o utilització de la causalitat és vital per la supervivència de qualsevol ésser viu.

La pregunta que sorgeix immediatament és la següent: fins a quin punt la nostra percepció del temps –i, per consegüent de la causalitat– és inconscient, innata, automàtica o bé, al contrari, és totalment apresada i demana una activitat cognitiva important? Aquestes són les qüestions que abordarem seguidament i que són pertinents des del moment que la RV, a diferència de les altres formes de representació estàtica, conté una variable temporal estretament relacionada amb l'explicació científica. La Psicologia de la percepció ha emès dues teories per explicar la percepció del temps, tot i que no hi ha proves concloents a favor de cap d'elles (Dember i Warm, 1990: 323).

La primera invoca la presència d'un **rellotge biològic**, que serveix de base temporal als judicis de durada. Efectivament, tots els éssers vius estan sotmesos a esdeveniments que es produeixen bé de manera successiva i ordenada, bé de manera atzarosa i que condicionen la seva existència. L'adaptació a aquests ritmes externs –dia / nit, estacions, etc.– i interns –menstruació, activitat / repòs– i, fins i tot, la seva anticipació són fonamentals per la supervivència. La vida de l'ésser humà també està pautaada per aquests ritmes biològics, als quals ha afegit els ritmes culturals i els ha modificat parcialment. Fins i tot ens hem inventat formes externes de mesurar i de preveure el temps –els rellotges– i també de preservar-lo –fotografies, llibres, narracions, etc. Per tant, de la mateixa manera que el sistema visual s'encarrega de percebre la llum, posseïm un sistema –determinat pel rellotge biològic– que serviria per percebre el temps. Quin és aquest sistema? Els estudis realitzats amb animals i persones cegues han demostrat que el rellotge intern per als ritmes mínims –dia / nit– i també per als estacionals està sincronitzat amb la quantitat de llum solar però, en absència d'aquesta, s'utilitzen altres estímuls, com per exemple la temperatura (Coren, Ward *et al.*, 2001: 410). Si posseïm un rellotge biològic intern, llavors qualsevol cosa que influeixi en el metabolisme afectarà les estimacions sobre el temps. Efectivament, s'ha comprovat que existeix una correlació entre la temperatura corporal i la percepció del temps: la durada dels intervals disminueix quan ho fa la temperatura del cos i viceversa (Coren, Ward *et al.*, 2001: 413; Dember i Warm, 1990: 322). També s'ha observat que l'estimulació cortical –a través de drogues o per efecte de l'atenció– també contribueix a fer creure que el temps passa més de pressa (Dember i Warm, 1990: 322).

Les correlacions que s'estableixen entre els resultats duts a terme amb estímuls visuals i auditius poden ser una evidència que les experiències temporals induïdes a partir de diferents modalitats sensorials comparteixen unitats centrals de processament (Dember i Warm, 1990: 317). On es troben situades? Les recerques han permès de

determinar que hi ha diverses parts de l'hipotàlem que intervenen en el manteniment dels ritmes circadians. L'hipotàlem s'encarrega del control intern de l'organisme: temperatura constant, equilibri hormonal i de fluids, etc. La part més important en relació amb la percepció del temps és la que s'anomena nucli supraquiasmàtic (SCN) i que està situada molt a prop del quiasma òptic (Coren, Ward *et al.*, 2001: 410). Aquesta posició no és atzarosa sinó que té a veure amb el fet que la llum és el principal regulador dels nostres ritmes i, d'aquesta manera, el SCN rep estímuls directes des del sistema visual. Aquests estímuls s'envien cap a la glàndula pineal, que produeix melatonina, una hormona que s'allibera al corrent sanguini i que regula els cicles de son. Com que la concentració de melatonina és baixa durant el dia i elevada durant la nit, podria servir per informar l'organisme del cicle dia / nit o de les estacions –a través del nombre d'hores de llum– i, d'aquesta manera, adaptar-lo a les demandes del medi (A.A.D.D., 2003a). De totes maneres, aquest no és l'únic centre relacionat amb la percepció del temps a través dels ritmes biològics, ja que, per exemple, la destrucció del SCN no afecta el canvi cíclic de la temperatura corporal (Coren, Ward *et al.*, 2001). Això significa que en els éssers vius coexisteixen diversos rellotges biològics, uns per a ritmes més llargs i els altres per a ritmes més curts, però no s'han localitzat amb exactitud.

La segona teoria destinada a explicar la percepció del temps és la del **rellotge cognitiu**, que considera l'experiència de la durada com un procés cognitiu en què el contingut mental de l'interval en determina la percepció (Coren, Ward *et al.*, 2001: 415). Així, el judici sobre el temps depèn de factors com ara la quantitat d'informació enregistrada a la consciència i emmagatzemada a la memòria durant el transcurs d'un interval de temps: com més esdeveniments s'hi produeixen o més complexos són, com més complex és el procés cognitiu o la informació involucrada, més augmenta la durada percebuda perquè el rellotge cognitiu haurà avançat més ràpid que el físic (Coren, Ward *et al.*, 2001: 415; Dember i Warm, 1990: 323). També pot influir l'atenció que es posa en el pas del temps: si n'estem pendents, ens semblarà molt llarg, mentre que qualsevol cosa que distregui de la captació, n'escurçarà la impressió (Coren, Ward *et al.*, 2001: 416). Una altre variable implicada és l'edat: com més grans ens fem, més tenim la impressió que els dies, les setmanes, els anys passen de pressa. Una possible explicació és que, a mesura que avancem en edat, augmenta la nostra experiència temporal, és a dir, el temps viscut, que ens serveix de marc de referència per comparar-lo al temps percebut. Per això, un any és per una criatura de cinc anys un cinquè de la seva vida, però només representa un dos per cent en una vida de cinquanta anys (Coren, Ward *et al.*, 2001: 416). Així doncs, des d'aquest enfocament, el temps no només es capta sinó que es construeix (Coren, Ward *et al.*, 2001: 409). Ornstein [(Ornstein, 1969) citat a (Dember i Warm, 1990: 323)] opina que aquesta hipòtesi conté l'altra perquè com més atents i estimulats estem, més quantitat d'informació emmagatzemem a la memòria. Per altra banda, el fet que els judicis sobre la durada variïn segons que l'estímul sigui acústic o visual demostra que la percepció no es deu únicament a una estimació cognitiva sinó que depèn també dels sentits (Dember i Warm, 1990: 327).

El fet que l'aprehensió del temps presenti un component cognitiu important va portar a intentar delimitar conceptes tan filosòfics com l' "ara". La superposició dels estudis quantitius per determinar el llindar perceptiu del temps i els estudis qualitius sobre apreciació psicològica de la successió i la durada ha permès d'encunyar el concepte de "present subjectiu" o "psicològic", que es refereix a l'interval temporal que subjectivament és percebut com una unitat que no és un instant però que tampoc no es

pot considerar un període de duració (Estaún, 1999: 588). Dit d'una altra manera, aquell interval temporal que nosaltres definim conscientment com a actual i que tot el que no hi estigui inclòs és considerat passat o futur (Coren, Ward *et al.*, 2001: 409). Així doncs, podem afirmar que les persones posseeixen una percepció del temps, a través d'aquest present psicològic que s'ha estimat al voltant dels 0,7s però que depèn del tipus d'estimulació i de les actituds atencionals de les persones (Estaún, 1999: 588). Una altra característica que es va intentar esbrinar era si el temps era percebut com un continu infinit o bé com a intervals successius. En el fons, el que es cercava era la unitat bàsica de temps per la percepció. Els estudis sobre la separació estimular mínima perquè dos esdeveniments siguin percebuts com a successius en lloc de simultanis va portar Stroud [(Stroud, 1955) citat a (Coren, Ward *et al.*, 2001: 412)] a la conclusió que les persones perceben el temps a través d'unitats psicològiques discretes, anomenades "moments perceptius" i les va mesurar. Posteriorment, es va demostrar que la durada d'aquests moments perceptius era diferent segons la tasca que es realitzés i, fins i tot, segons la modalitat sensorial (Coren, Ward *et al.*, 2001: 413).

En un altre nivell, que podríem anomenar ecològic, la percepció del temps està estretament lligada a la de la causalitat. Segons Arnheim (Arnheim, 1987: 325),

“Se percibe causalidad cuando los objetos se distinguen entre si lo bastante como para que no aparezcan idénticos y cuando, al mismo tiempo, la secuencia de sus actividades está lo suficientemente unificada como para que se muestre un proceso unitario. Cuando se cumplen estos requisitos, la fuerza perceptiva inherente al objeto primario se transmite al objeto secundario.”

Aquesta explicació sobre la percepció de la causalitat s'enfronta a la creença habitual que es tracta d'una percepció apresada anteriorment i guardada a la memòria o bé d'una conclusió resultant d'un procés intel·lectual. La persona que va intentar demostrar que existia una percepció immediata, sensorial, de la causalitat va ser Albert Michotte en un estudi que ara es considera clàssic (Michotte, 1946). Michotte distingia entre dos tipus de causalitat: la mecànica, que correspon a un desplaçament espacial, i la qualitativa, que fa que els seus objectes apareguin, desapareguin o canviïn intensivament (Estaún, 1999). La metodologia de Michotte va consistir a presentar una projecció en què apareixien tres situacions: en la primera, un objecte en colpejava un altre i provocava el seu desplaçament; en la segona, un objecte en colpejava un altre però ara, en lloc de quedar parat, es movia conjuntament amb el segon; en la tercera, la percussió comportava un desplaçament del segon objecte seguint una direcció perpendicular al vector del primer objecte. Els dos primers casos, coneguts com a "efecte de llançament" i "efecte d'arrossegament", eren percebuts com a exemples de causalitat, mentre que això no succeïa amb el tercer cas (Estaún, 1999: 592-593). Un cop establerta aquesta base, Michotte va intentar trobar en quines condicions es produeix la impressió de causalitat i per això va modificar els paràmetres espacial, temporal, vectorial, etc. Una de les seves primeres conclusions (Estaún, 1999: 593-594) va ser que l'aspecte causal de l'efecte llançament no es devia ni a una interpretació ni a una significació memoritzada, sinó que es percebia directament de forma visual i depenia de la direcció del moviment, les velocitats i l'interval temporal en què es produeixen les accions. En el segon cas, el de l'efecte arrossegament, la condició més important era que el moviment del primer objecte havia de ser anterior al del segon.

Els estudis duts a terme durant els anys 80 amb bebès d'entre sis i set mesos d'edat han confirmat les conclusions de Michotte pel que fa a la causalitat mecànica, ja que les criatures són capaces de percebre les relacions causals de llançament. Segons l'explicació d'A. M. Leslie [(Leslie, 1984) citat a (Estaún, 1999: 595)] això seria degut a un mecanisme perifèric que conté uns processadors de moviment de baix nivell, que proporcionen les informacions necessàries per realitzar descripcions d'alt nivell sobre les propietats espàcio - temporals.

Una altra qüestió és la percepció de la causalitat qualitativa. En aquest sentit, els estudis de Michotte no van ser concloents: considerava que no existia impressió de causalitat en canvis qualitatiu purs, tot i que acceptava que la contigüitat d'estímuls (per exemple, un de visual i un d'auditiu) podia fer pensar a la persona que hi havia una relació de causa – efecte (Estaún, 1999: 594). Treballs posteriors sobre la universalitat de la percepció de causalitat han demostrat que aquesta depèn de diferències individuals i també culturals (Estaún, 1999: 594), la qual cosa implica que la noció de causalitat també s'aprèn.

II.3.4. Realitat Virtual i percepció visual

II.3.4.1. Introducció

Per entendre com “veiem” una reconstrucció virtual ha estat necessari, en primer lloc, repassar com s'ha definit i explicat la percepció visual al llarg dels s. XIX i XX perquè no només es tracta d'un fenomen molt complex, sinó que la seva anàlisi i explicació depèn de la tendència conceptual de l'investigador o la investigadora. Després m'he centrat en aquestes explicacions i he posat un èmfasi especial en la percepció de la profunditat, el color, el moviment i la causalitat perquè són tres paràmetres fonamentals a l'hora de crear un model virtual. Un cop establerta aquesta base, en el present apartat, abordarem explícitament la qüestió de la tridimensionalitat, el dinamisme i el color dins la RV; però no tant des del punt de vista tècnic –de la construcció del model– com de les consideracions psicofísiques sobre la percepció d'aquestes variables en un entorn que no és la realitat però que intenta simular-la en major o menor mesura. Per comparar els beneficis que pot aportar la RV respecte d'altres formes de transmissió del coneixement arqueològic, primer de tot cal aportar evidències “objectives” dels guanys, és a dir, en aquest cas, comprovar si la RV facilita l'aproximació al coneixement des del nivell més bàsic, que correspon a la percepció de la realitat.

II.3.4.2. Una perspectiva ecològica

A nivell general, podem dir que la RV s'apropa a les modernes perspectives ambientals o ecològiques, ja que els seus elements definidors tradueixen al format tecnològic els requisits de qualsevol comunicació entre un ésser viu i el seu medi (Hayward, 1993: 13):

- Immersió.

- Punt de vista.
- Navegació.
- Manipulació.

Aquests elements ja els havia tractat a la definició sobre la definició de la RV, però és interessant recuperar-los per analitzar-los des del punt de vista de la RV. Comencem per la immersió. Especialment en el cas de la RVI, la immersió en l'entorn reconstruït simula la nostra sensació de presència en l'entorn real, de trobar-nos dins un món que ens envolta i del qual no podem sortir. La immersió va ser una de les característiques essencials de la primera definició de RV i encara avui tendeixen a considerar-se conceptes equivalents perquè la immersió és fonamental per la nostra existència (Hayward, 1993: 18). Per tant, una tecnologia que simuli la realitat, haurà de simular també la sensació de ser-hi completament. El món que ens envolta és percebut individualment per cadascú, que se situa ell mateix com a referència i mesura de les seves percepcions, és a dir, que experimenta el món en primera persona. Precisament, com ja hem vist a la secció sobre la definició de la RV, el punt de vista és imprescindible en qualsevol reconstrucció virtual i està definit per la ubicació de la càmera i la direcció de l'enfocament dins l'entorn virtual. Per tant, la imatge que veiem a la pantalla correspon –a no ser que s'hi interposi un avatar– a l'escena que veurien els nostres ulls en un entorn normal: és una perspectiva egocèntrica.

La navegació és el tercer element característic de la RV i correspon a la modificació en temps real del punt de vista. La navegació és una conseqüència de la capacitat dinàmica que la virtualitat computacional confereix a les representacions de la pantalla però també pot designar, mitjançant una terminologia computacional, una forma d'interacció entre els éssers vius i el seu entorn, que els permet obtenir-ne informacions: desplaçant-nos dins el medi actualitzem i augmentem la nostra “base de dades” sobre ell i podem planificar i dur a terme els patrons de conducta adequats per sobreviure-hi. O, transferint-ho al cas de l'entorn virtual, manipular-lo. La RV presenta, en principi, avantatges respecte d'altres fonts artificials d'aprehensió de la realitat: en relació amb els llibres, és menys abstracta; en relació amb les imatges, que també són icòniques, és interactiva. La manipulació, que és sinònim d'interacció, permet extreure conclusions a partir de l'experimentació directa amb els objectes i, segons assegurin totes les autores i autors consultats, s'aprèn molt millor a través de l'exemple viu i l'experiència, que no pas amb les descripcions verbals i les imatges estàtiques, que fan de mediadores més o menys abstractes entre el nostre intel·lecte i el coneixement. Aquesta és una qüestió que intentaré resoldre en la secció sobre aprenentatge, però que aquí també apareixerà tangencialment, per la seva estreta relació amb la Psicologia de la percepció.

En conclusió, la RV aconsegueix les perspectives ecològiques perquè intenta simular de la manera més perfecta possible la nostra interacció amb el món –que inclou la immersió, la manipulació, la navegació, el punt de vista personal, la multisensorialitat, la resposta de l'entorn, etc.– però presenta tres inconvenients bàsics: que actualment encara dóna preferència a la vista, que la interacció amb la reconstrucció no és directa i exigeix l'ús d'interfícies sovint poc naturals però, sobretot, que imposa una discretització dels sentits i en canvi la nostra percepció del món és més que un simple agregat d'informacions estimulars.

II.3.4.3. Píxels i mapes retinotòpics

Des dels primers ordinadors personals, la pantalla ha estat sempre un element constitutiu essencial, destinat a la transmissió de dades des de la màquina cap a la persona i, per tant, totalment adaptada a la seva manera de percebre el món. Actualment, el canal visual és la interfície més important en un entorn virtual però, com anirem comprovant al llarg d'aquest apartat, el seu ús és complicat perquè la nostra percepció visual és molt complexa i sensible a qualsevol anomalia.

El primer element de comparació entre el nostre sistema de percepció visual i la RV té a veure amb la manera com es formen les imatges a la pantalla. En el fons, aquesta característica no és exclusiva de la virtualitat computacional sinó que és inherent a totes les imatges basades en el principi de la tricromaticitat. En un procés comparable al del nostre sistema visual, el processador de l'ordinador genera un seguit d'impulsos elèctrics codificats que apareixen a la pantalla com a punts de color molt propers –a la retina també queden impressionats punts de llum amb diferents longituds d'ona– i després, en funció de la seva combinació i la seva distribució espacial, el nostre cervell –inversament al processador– els “converteix” en formes dotades de significat. He esmentat la tricromaticitat perquè les imatges de la pantalla es creen directament en colors però, en realitat, aquest sistema aprofita una capacitat anterior al color: l'agudesia visual. Els objectes que ocupen un arc de visió inferior al minut no poden ser distingits pel nostre sistema perceptiu (Alonso i Matilla, 1997: 24-25) i aquest fenomen és aprofitat per les pantalles i les imatges impreses per aconseguir efectes de continuïtat –que imposa el nostre cervell– a través de la juxtaposició de punts molt petits. Com més píxels hi hagi i més propers estiguin, més impressió de realisme n'extraurà el nostre còrtex visual¹⁴⁰, però això també suposarà més feina per al processador a l'hora de reproduir les imatges.

La projecció per píxels continua més enllà de la retina. Tal com hem vist en l'apartat sobre l'estructura funcional del cervell, la primera regió cortical en rebre els estímuls retinals, V1, guarda una correspondència gairebé exhaustiva amb la retina –és un mapa retinotòpic– i, per tant, amb la imatge real. Això significa que V1 és un primer filtre on es recull una “imatge” electroquímica comprimida que conté totes les característiques de forma i color de cada petit fragment de la realitat. Sembla que aquesta és una característica pròpia del tots els centres primaris de processament dels estímuls sensorials, que desapareix a mesura que ens endinsem en estructures neurals dedicades al processament de característiques o relacions més abstractes. En certa manera, això és el que passa amb l'ordinador, si avancem des de la pantalla cap a l'interior: la informació que circula pels processadors interns no guarda cap relació isomòrfica amb les imatges de la pantalla, sinó que ha estat codificada a un nivell d'abstracció major per tal que pugui ser computada.

En realitat, la coincidència entre el funcionament dels ordinadors i el nostre sistema de percepció visual no implica necessàriament cap avantatge, perquè moltes imatges (analògiques) o la pròpia realitat no es formen de la mateixa manera i també les percebem perfectament. L'interès d'esmentar-ho és remarcar la coincidència de funcionament. En canvi, sí que és important el fet que el nostre sistema perceptiu –en

¹⁴⁰ En fotografia i pintura artística s'ha comprovat que el gra o el traç més fi s'associen amb el realisme, mentre que els gruixuts s'interpreten com a escena reproduïda artificialment (Alonso i Matilla, 1997: 47).

absència de patologies– és molt precís en distàncies curtes i, per tant, la simulació virtual haurà de ser visualment realista –tenir molts píxels, colors i ombres molt acurats– si volem que la percepció més elemental no se’n ressenti. Com esmentava anteriorment, això suposa un problema pel processador, que ha de renderitzar en temps real escenes dinàmiques molt pesades. Una forma de resoldre aquesta qüestió i alhora millorar l’aspecte és fer servir trames fotogràfiques, agafades de la realitat i superposades a les superfícies, però cal anar amb compte amb els jocs d’ombres i les connexions entre trames perquè també es fan clarament evidents a l’ull humà i produeixen una sensació d’estranyesa.

II.3.4.4. Llum i color

La claredat d’una superfície depèn del seu índex de reflexió, de la quantitat de llum que rep la seva superfície i de la quantitat de llum que hi ha en el seu entorn. Així doncs, quan es parla de llum cal distingir entre les propietats de color i claredat inherents a l’objecte i una “capa” transparent superposada que constitueix la il·luminació. La percepció de la llum és la combinació resultant d’aquestes dues dimensions perquè, des del punt de vista psicològic, no hi ha una manera directa de distingir entre poder de reflexió i il·luminació, atès que l’ull només capta un resultat i no rep cap informació sobre la proporció dels factors causals (Arnheim, 1987: 250).

Aquest mateix fenomen es reproduïx en els programes de modelització per ordinador: en primer lloc s’aplica el color o textura propi dels volums i, posteriorment, es fa un renderitzat, és a dir es trien els punts de llum que se superposaran a les propietats bàsiques dels objectes per donar l’acabat final de llums i ombres. En un entorn virtual, aquests dos elements es col·loquen en capes independents; però, des del punt de vista fisiològic, perquè l’ull pugui distingir-les s’han de produir tres condicions: que la il·luminació de l’entorn segueixi un patró simple i homogeni, que l’esquema de colors de la superfície de l’objecte també ho sigui i, finalment, que els dos patrons estructurals no coincideixin (Arnheim, 1987: 257).

El joc entre la llum i les ombres que provoca en tocar els objectes també serveix per crear espai en un entorn bidimensional. Amb l’ajut d’un gradient de color, els objectes adquireixen profunditat, és a dir, la tercera dimensió espacial. Seguint la teoria general de la simplicitat d’Arnheim, això és possible perquè (Arnheim, 1987: 255)

“...la versión tridimensional elimina el rasgo distorsional del objeto y lo atribuye a sus propiedades espaciales. La percepción de este rasgo sirve para crear espacio y, a causa de su conversión en propiedades espaciales, el observador es casi incapaz de verlo en sí mismo, como un atributo del objeto”.

Això és aplicable a cada objecte individualment així com també a l’espai que el conté.

Durant el Renaixement, la llum s’utilitzava exclusivament com a recurs per modelar el volum i progressivament va esdevenir un element actiu, que dotava de significat les imatges (Arnheim, 1987: 265). És important retenir aquesta idea perquè la llum també juga un paper fonamental en la RV i el seu valor simbòlic és el realisme. Seguint la tradició naturalista esmentada anteriorment, els programes de reconstrucció virtual

generen efectes de llum, d'ombra i, fins i tot de reflex en superfícies translúcides, a partir de càlculs matemàtics molt complexos. La finalitat d'aquesta precisió física és oferir una representació més "acurada" de la tridimensionalitat. És a dir, conferir major realisme a l'escena. La llum no és dinàmica únicament per les relacions espacials que estableix en una imatge concreta sinó que, en el cas dels models virtuals, com que són dinàmics, canvia a mesura que es modifica el punt de vista. D'aquesta manera s'obté un resultat global molt més "proper a la realitat", atès que, en molts casos, la finalitat última de la reconstrucció computacional és substituir l'objecte real.

Les primeres temptatives en el món de la RV –quan aquesta rebia el nom de "modelització de sòlids"– treballaven només amb colors senzills, però el desenvolupament tècnic ha permès aplicar ja no una enorme gamma de colors, sinó textures sintètiques i, actualment, crear biblioteques de textures fotogràfiques agafades directament de la realitat. Aquests darrers elements exigeixen un processador potent perquè pesen molt, però es consideren imprescindibles perquè, juntament amb el renderitzat, permeten obtenir un acabat que ara s'anomena "fotorealista". Fixem-nos que aquest terme afegeix un graó més a l'evolució històrica de l'art pictòric occidental: l'art ha estat naturalista (al Renaixement, Barroc i Romanticisme), realista (en l'art del s. XIX), hiperrealista (al s. XX, de la mà d'artistes americans que s'inspiraven en el precisionisme) i ara és "fotorealista". El fotorealisme és una conseqüència lògica de la tradició pictòrica occidental i, més concretament, de les tendències artístiques americanes que, ja des del segle XIX, propugnaven la reproducció fidedigna de la realitat amb l'ajut de fotografies. En aquest sentit, el Pop Art va jugar un paper fonamental no només en l'ús de les fotografies sinó, especialment, en la introducció dels ordinadors en el fet creatiu.

Abans de l'aparició de les modernes pantalles de cristall líquid o de plasma, els monitors d'ordinador funcionaven com els televisors i la imatge es generava gràcies a un tub raigs catòdics. En un extrem d'aquest tub de vidre al buit hi ha un càtode polaritzat negativament i un canó que dispara electrons. El feix d'electrons passa a través d'uns ànodes en forma de rosca que el dirigeixen cap a una pantalla luminiscent situada a l'altre extrem. Cada cop que els electrons piquen a la pantalla, apareix una taca de llum. El color es produeix a través de l'anomenada síntesi additiva (A.A.D.D., 2003a): la pantalla està coberta per una matriu regular de punts formats per tres compostos de fòsfor que reaccionen de manera diferent a les ones elèctriques i quan l'energia provinent del tub catòdic hi incideix, emeten llum blava, vermella o verda, que són els colors lumínics bàsics¹⁴¹. Per crear els diferents colors només s'hauran d'activar diferents patrons de punts. Per altra banda, també intervenen tres paràmetres que es poden regular manualment: la saturació, la brillantor i el contrast.

En el cas dels ordinadors, la formació del color és una mica més complexa perquè està regulada per la targeta gràfica. Amb els monitors vells i les TFT més barates, la targeta, que té una sortida digital, fa servir un convertidor analògic; en canvi, els monitors més recents i sofisticats llegeixen directament el codi binari que els envia el processador. Els colors posseeixen una propietat que els fa ideals per als ordinadors i és

¹⁴¹ En canvi, en fotografia i impremta es fa servir la síntesi sostractiva del color (A.A.D.D., 2003a): aquí la imatge està formada per capes transparents cadascuna de les quals conté un dels tres colors sostractius primaris, magenta (vermell blavós), cyan (blau verdós) i groc (combinació de vermell i verd), que reben aquest qualificatiu perquè tenen la propietat d'eliminar el seu oposat (respectivament, el verd, el groc i el blau).

que es poden classificar en base a unes categories mesurables, recollides el 1931 en un diagrama de valors triestimulars i revisades el 1964 (Kalawsky, 1993: 67). Com que els colors es formen additivament, és possible obtenir una gamma cromàtica enorme a través de la introducció de paràmetres numèrics. Tot depèn de la memòria de la targeta gràfica. En els ordinadors antics guardava “físicament” els colors, en *bytes* d’informació (64, 128, 256...). Després es va passar a utilitzar un *byte* per cada color primari i es barrejaven en el processador de l’ordinador. Actualment, les targetes gràfiques tenen un processador propi, especialment pensat per calcular objectes en 3D, textures, llums, etc. amb més píxels i, per tant, amb més detalls. Les escenes es calculen de manera més eficient i s’allibera la CPU central de la pesada càrrega gràfica. Tornant als colors, els programes d’edició com ara *Photoshop*, *Autocad*, *Fireworks*, etc. ens proporcionen un bon exemple de com funciona la formació de colors. Cada color està determinat per sis valors, agrupats en dues sèries equivalents: la intensitat de llum, la puresa o saturació i el to del color, d’una banda, i la quantitat de cada color primari expressada en percentatge, de 0 a 99 (sistema RGB), de l’altra.

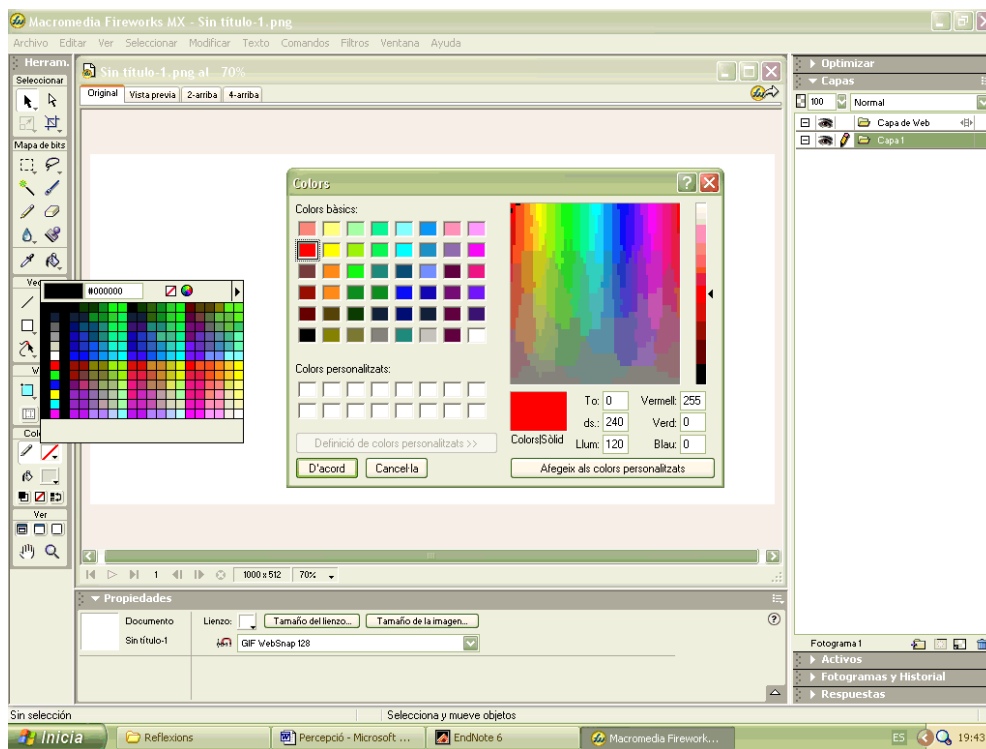


Figura 48: Paleta de colors tal com apareix en un programa comú d’edició d’imatges.

En certa manera, aquest sistema és anàleg al nostre sistema receptiu ja que els nostres fotoreceptors també estan sensibilitzats a longituds d’ona que produeixen blau, vermell i verd. Per altra banda, la intensitat, la puresa i el to són qualitats intrínsecament perceptives. Però els aparells que treballen amb RV, especialment la de tipus immersiu, han de tenir en compte que la percepció del color o, més concretament, la discriminació del color està lligada, com la percepció de la profunditat, a un seguit de factors físics i ambientals, que exposo a continuació, a partir de les especificacions perceptives de Roy Kalawsky (Kalawsky, 1993: 66):

- **Adaptació cromàtica:** la discriminació cromàtica es veu afectada, en general, per l’exposició prèvia a llums acolorides. Aquesta informació és pertinent des del moment que la lluminositat de l’escena prové d’ella mateixa –és un

paràmetre que es determina independentment dels objectes– i no existeix com a element ambiental. A un nivell més concret, s’ha comprovat que no hi ha discriminació de matisos si en la regió del verd al blau de l’espectre cromàtic s’afegeix més verd primari. Igualment, per sobre de 490nm es redueix la capacitat de discriminació si augmenta la quantitat de llum blanca i espectral; en canvi, per sota de 490nm es produeix el fenomen invers.

- **Luminància:** la capacitat de distingir colors es redueix significativament per sota d’aproximadament 3.5 cdm^{-2} (valor de l’energia radiant). Com en el cas de les pantalles de televisió, el color no es percebrà si l’escena és fosca, però l’ordinador presenta un avantatge i és que el color dels objectes es pot alterar independentment. En aquest cas, s’hauria de potenciar, però tenint en compte que, en general, quedarà enfosquit. La conclusió d’aquests dos primers factors és que s’ha de tenir molt present que en les reconstruccions virtuals el color dels objectes és el resultat de dos valors independents: el color dels objectes i la incidència de la llum, que en aquests darrers temps s’ha desenvolupat espectacularment.
- **Posició retinal:** degut a la distribució diferencial de cons i bastons a la retina, la percepció del color no és igual en tota la seva superfície. Com que la concentració de cons és màxima a la fòvea i després decreix ràpidament a mesura que anem cap a la perifèria, les imatges formades a la regió central de l’ull apareixeran més saturades que les de la regió externa. Per això els objectes situats en el camp perifèric necessiten angles visuals més grans per tal que el color sigui percebut. Aquest factor és especialment rellevant en el cas de la RVI perquè la imatge es presenta directament davant de cada ull a través d’una pantalla no exempta de distorsions laterals i, per això, s’haurà de procurar que els objectes importants es situïn al centre del camp visual.
- **Durada:** la sensibilitat als diferents colors augmenta amb el temps a partir de 0.02 s. Però si es presenten alternativament els estímuls a comparar, es produeix un descens de la sensibilitat entre 60ms i 5 s.
- **Mida de l’objecte:** Serà més difícil de determinar o comparar el color d’objectes com més petita sigui la seva mida. Si l’apreciació de la textura o el color és rellevant dins la tasca que s’està duent a terme a través de la visualització, caldrà pensar en presentar la imatge a una escala adequada perquè es percebin adequadament.

Tots aquests factors fan que sigui possible apreciar com a idèntics dos objectes que realment posseeixen un color diferent, per això caldrà tenir-los en compte, especialment en imatges amb un nivell de detall formal molt elevat. També s’ha de tenir present que les persones presenten diferents graus de sensibilitat, en funció de les capacitats d’absorció espectral dels seus fotoreceptors i també, però en menor grau, de les característiques de la lent i del pigment macular de l’ull (Kalawsky, 1993: 65). El sistema dicotòmic de cons i bastons propi de la retina s’ha de tenir present a l’hora de fer servir dispositius que projecten imatges sobre una pantalla: els cons posseeixen una latència llarga i els bastons, que estan situats a la part externa de la retina, una latència curta; per això és possible que, de cua d’ull, es percebin les pampallugues de la pantalla si no s’adequa la freqüència (Kalawsky, 1993: 61).

Així doncs, tenim novament que la RV simula l'estructura dels estímuls proximals – color inherent als objectes i superposició d'una capa de llum– però que ha de ser molt precisa en aquest aspectes perquè el sistema visual humà està acostumat a la “perfecció” del món real i detecta molt fàcilment les irregularitats en les imatges que intenten reproduir-lo. Per altra banda, els ordinadors presenten l'avantatge que, com que manipulen valors numèrics, es poden ajustar amb molta precisió en funció dels nostres llindars psicofísics. Tanmateix, aquest nivell de precisió pot representar una càrrega molt gran per al processador, com passa, per exemple, amb la llum, que és essencial pel realisme qualitatiu i quantitatiu –tridimensionalitat– d'una escena i exigeix una gran quantitat de càlculs que s'han d'actualitzar en temps real perquè, no ho oblidem, es tracta de reconstruccions interactives.

II.3.4.5. Claus pictòriques de la profunditat

Des del moment que la RV es proposa la reconstrucció dels fenòmens del món exterior, sorgeix la qüestió del realisme. Aquest tema ja havia estat abordat anteriorment, des de la perspectiva de la concepció subjacent de l'Arqueologia (Pujol, 2002a). Ara es tractarà des de la perspectiva de la percepció, ja que la visualització en un entorn virtual implica els mateixos mecanismes psicològics i perceptius que la relació amb l'entorn, amb la diferència que la RV imposa una substitució de la realitat i, per tant, haurà d'assumir alguns dels “seus” i dels “nostres” comportaments. Els primers es refereixen a les claus pictòriques de la profunditat –també anomenades “claus psicològiques” (del Pino González, 1995) o “mecanismes psicològics” (Hill, 1996)-, que apareixen en qualsevol escena com a “pròpies” dels objectes. Els “nostres comportaments” es refereix a les claus no pictòriques –també anomenades “claus físiques” (del Pino González, 1995) o “condicionants físics” (Hill, 1996)– i corresponen als mecanismes físics del nostre sistema visual, que poden quedar anul·lats pel fet que se'ns posa davant dels ulls una pantalla. Des del nostre punt de vista, la reconstrucció no és veritablement el món real, sinó un objecte que s'hi troba a dins i per això les claus pictòriques funcionen, però no passa el mateix amb les no pictòriques. Aquest fet no tindria conseqüències si no fos que en el cas de la RVI no se'n pot prescindir perquè són molt importants a l'hora de conferir realisme. Per això la RV ha de simular també les funcions que haurien de fer els nostres ulls, com passaria si la profunditat fos real.

La RV té com a objectiu la reconstrucció de les relacions geomètriques existents a la realitat i, per tant, juga amb les dimensions de l'espai. Però el problema és que la interfície de la màquina imposa necessàriament la bidimensionalitat, quan l'objecte que es representa acostuma a ser tridimensional. Per superar aquesta limitació, la RV manlleva del nostre sistema perceptiu els recursos per indicar la profunditat. Mentre que les claus pictòriques són les més senzilles de reproduir i compten amb l'avantatge d'una llarga tradició pictòrica, les claus no pictòriques plantegen alguns problemes tècnics. Això no obstant, poder parlar de la possibilitat d'emprar claus no pictòriques ja implica un avantatge de la RV respecte de qualsevol altra forma de representació que no utilitzi la virtualitat computacional.

Comencem parlant de les claus pictòriques i recordant que, en una superfície plana, la sensació de profunditat s'obtenia a través de recursos com ara l'alçada relativa, la mida relativa, la perspectiva aèria, els gradients de textura, la convergència de línies

paral·leles, la superposició i els patrons d'il·luminació. Tot i que sobre la pantalla semblen idèntics als de la pintura, la seva virtualitat computacional afegeix la qüestió del càlcul i, amb ell, un avantatge: que el model no és estàtic, no conté un únic punt de vista, sinó que tots aquests paràmetres es modificaran automàticament en funció de les coordenades de l'observador i, per tant, que, potencialment, conté exhaustivament l'univers cartesià. De totes maneres, aquesta mateixa característica l'allunya del sistema humà de percepció global de l'espai, ja que la RV es basa únicament en eixos estructuradors euclidians mentre que els nostres eixos de referència no són absoluts sinó més aviat egocèntrics. Normalment, funcionem amb dos sistemes d'eixos: el primer està centrat en l'observador/a en relació amb la seva orientació en l'espai; el segon es defineix en base al vector de gravetat (Kalawsky, 1993: 63). Com que la RV només agafa aquest segon sistema i no té en compte el primer, algunes persones situades dins un sistema de RVI en moviment poden sentir mareigs o tenir sensació de caure, sobretot si no hi ha cap altra punt espacial que serveixi de referència.

Analitzem amb un cert detall alguns dels aspectes que també es veuen involucrats en un sistema de RV. Com més realista es vulgui fer un model, més paràmetres d'aquests s'inclouran en els càlculs, però tenint en compte que això comporta un preu sobre la velocitat de processament, especialment en el cas de les llums i les ombres. Les claus pictòriques són les més fàcils de fer perquè –malgrat que, paradoxalment, s'anomenin també “psicològiques”– depenen exclusivament de l'entorn i demanen allò que un ordinador sap fer millor: calcular. Per aquest motiu es poden aconseguir amb molta precisió, fins i tot més del que l'ull humà pot apreciar. Per començar, el marc s'afegeix al traç, color i textura a l'hora d'establir relacions diferents entre figura i fons i és important tenir-lo en compte per la seva vinculació amb la Realitat Virtual. No és en va que la *Desktop VR* s'havia anomenat originàriament “*Window on a World*”. El *WoW* recull directament la tradició clàssica que feia del marc el contorn de la nostra mirada cap a un món, situat a l'altra banda de la tela, virtualment il·limitat. Això mateix passa amb la pantalla de l'ordinador, amb l'avantatge afegit que ara podem enfocar aquest marc cap on vulguem i anar molt més enllà: fins i tot podem navegar pel model, sobrevolant-lo com un ocell o ficant-nos dins les estructures que representa.

Una de les maneres d'accentuar la sensació de profunditat és a través de la relació entre la frontalitat i la obliquïtat. La perspectiva es defineix com la visualització d'un tall imaginari en un prisma imaginari de raigs de llum que uneix un objecte determinat amb l'ull de l'observador; el lloc en què es situa el tall i l'angle entre l'eix del seu pla i el de la unió ull –objecte determinaran l'estructura de la reproducció (Alonso i Matilla, 1997: 26). La perspectiva isomètrica presenta l'avantatge que utilitza l'estructura i l'orientació perceptives més simples possible i, per tant, més comprensibles. Per altra banda, la relació ortogonal entre el primer pla i l'observador/a confereix una sensació d'estabilitat i immobilitat. El pla frontal constitueix un punt de referència a partir del qual s'organitzen la resta de línies. A més, aquest punt de vista redueix al mínim les deformacions degudes a la perspectiva i totes les superfícies orientades frontalment mantenen les proporcions de mida relatives, independentment de la distància que existeixi entre elles i l'observador/a (Arnheim, 1987: 229-230). Totes aquestes característiques constitueixen raons per les quals el mètode isomètric és el preferit tant per la gent experta en enginyeria, arquitectura, matemàtiques, etc. com per la que no ho és i justifica la seva tria a l'hora de començar a construir models virtuals. També explica la sensació de mareig que provoca la navegació a gran velocitat per un entorn virtual quan no es compta amb un element de referència. Quan naveguem per un entorn virtual,

sovint les referències de perspectiva són poc estables i per això ens costa acomodar-nos al nou entorn.

La perspectiva central i la presència d'un punt de fuga contribueixen encara més a la sensació de profunditat perquè, a diferència de la perspectiva isomètrica, sí que atorguen una preferència a una localització concreta, a partir de la qual s'irradien la resta d'elements. Ara ja no hi ha un únic sistema de línies obliqües sinó diversos (Arnheim, 1987: 240). La perspectiva central –obtinguda quan es “calquen” els contorns sobre un pla de dibuix interposat entre el/ la dibuixant i la realitat que representa– va sorgir com a solució per integrar tot el que està contingut en l'espai percebut (Arnheim, 1987: 235) però, des del nostre punt de vista, és important perquè constitueix l'origen de la creença que la representació pictòrica occidental era una reproducció objectiva de la realitat. Aquesta és la idea que s'ha transmès fins a la RV, que pretén imitar una percepció fotogràfica de la realitat però multiplicant infinitament les possibles perspectives centrals i punts de fuga. En altres paraules, és com si el tall imaginari a què feia referència la definició de la perspectiva, que està representat per la pantalla de l'ordinador, es pogués moure per l'espai a voluntat.

En relació amb aquesta qüestió, les recerques que s'estan duent a terme actualment en l'àmbit de la informàtica, permeten ampliar la reflexió sobre la relació entre la modelització per ordinador i la nostra percepció visual. Tal com va plantejar Francisco J. Melero a la sessió “3D and VR applications” de les CAA2004 (Melero, Cano *et al.*, 2004), els models d'alta resolució són molt pesats i demanen processadors o connexions molt potents. Per això el seu equip de recerca de la Universitat de Granada està desenvolupant una línia de recerca basada en la modificació d'una estructura estesa d'*octrees*, anomenada “*SP-Octree*”, gràcies a la qual es poden obtenir representacions aproximades més lleugeres, que es refinen en temps real com a resposta a les demandes de l'observador. Els *octrees* –que es podrien traduir com a “arbres octals”– són estructures ramificades de dades que reben aquest nom perquè cada node té o bé vuit “fills” o bé cap ni un. Serveixen per subdividir l'espai tridimensional ocupat per un objecte en cubs contigus que n'emmagatzemen els diferents vèrtexs i són vuit perquè és el nombre que resulta de partir l'espai en el sentit dels dos eixos ortogonals bàsics. Cada cub pot ser subdividit al seu torn i, com més subdivisions hi ha –només els nodes finals contenen vèrtexs–, més precisa és la reconstrucció geomètrica de l'objecte. Aquest sistema presenta l'avantatge que només s'han d'actualitzar –dibuixar– els cubs que es troben en aquell instant sota el punt de mira de la càmera i, per tant, no ocupen tanta memòria com ho faria un model que està complet en tot moment. L'estalvi de memòria s'incrementa si, per al resultat final, utilitzem el que s'anomena d' “impostors”, és a dir, textures realistes que s'enganxen a la malla estructural de l'objecte i s'hi superposen seguint els polígons més grans definits pel procés de representació.

En el fons, aquest sistema “*view-dependent*” actua de manera similar a la visió humana. En primer lloc no es representa la part de l'objecte que no veiem, però sabem que hi és i el model la conté, així que, si fem la volta, apareix la nova cara. Això és possible gràcies al dinamisme de la virtualitat computacional i demostra que el contrari de virtual no és “real” sinó “actual”: el model s'actualitza en funció del nostre punt de vista. De totes maneres, la correspondència amb la realitat no és del tot exacta ja que, amb permís dels empiristes anglesos, l'objecte està contingut completament a la realitat encara que no el veiem en la seva totalitat, mentre que, en el cas de l'ordinador, el model total es troba a la memòria, no a la pantalla i, per tant, no està complet en un

instant determinat. Per tant, l'analogia no s'ha d'establir entre realitats sinó entre el comportament dels punts de vista: tal com passa quan mirem un objecte de l'entorn, un model virtual canvia la seva aparença en funció de la posició de l'observador/a respecte d'ell. Un altre element comú entre la RV i la visió humana vincula el nivell de subdivisió dels *octrees* i la percepció de la distància. En un model virtual, el dinamisme permet que, a mesura que s'apropa el punt de vista i l'objecte es fa més gran, augmenti el nombre de polígons i, per tant, la imatge resultant sigui més detallada i més precisa. Això mateix passa en el món real i es considera un indicador de la profunditat: els objectes més llunyans són menys nítids i la seva aparença externa està menys detallada.

En conclusió, la RV simula sense problema totes les claus pictòriques de la profunditat perquè té darrera una llarga tradició de recerca pictòrica sobre la perspectiva. El seu avantatge és que, com que les imatges estan generades per una computadora interactiva, permet tenir no un sinó potencialment infinits punts de vista. És per aquest motiu que parlem de “2,5 D” o “tridimensionalitat plana”, perquè no hi ha una única perspectiva, sinó que podem, apreciar progressivament totes les cares d'un volum a mesura que ens desplacem i, per tant, tenim la sensació d'observar la realitat, encara que sigui en una dimensió virtual, és a dir, no física. El problema és que l'ordinador imposa una concepció euclídea de les relacions espacials però ni el món¹⁴² ni el nostre sistema perceptiu funcionen d'aquesta manera. És per això que hem de tenir molt present que la RV és únicament un sistema específic de representació de la realitat, que serveix per treballar sobre problemàtiques que tinguin a veure amb el sistema quadridimensional convencional, però mai no serà veritablement una simulació perfecta del món real ni de la nostra percepció d'aquest.

II.3.4.6. Reconeixement dels objectes

Un altre punt de contacte entre la RV i la percepció visual s'estableix gràcies als models explicatius del reconeixement d'objectes ja que l'una i els altres comparteixen una estructura geomètrica fonamental.

Els ordinadors treballen amb polígons connectats que conformen l'estructura bàsica de l'objecte. En certa manera, això es pot correspondre amb la hipòtesi dels components de Biederman, ja que tant els “geons” com els polígons són descomposicions subjacents que nosaltres “imposem” a la realitat en el moment de la percepció o la modelització. Però es distingeixen en l'escala d'aparició i això comporta una sèrie de conseqüències. Els geons corresponen a formes externes globals i són indistinguibles de la “textura” –no hi ha una capa de vidre que recobreixi externament el got, sinó que la forma del got és de vidre–; per tant, són visibles en el món real. En el cas dels objectes modelitzats, la discretització de la realitat es produeix en un altre nivell i els polígons corresponen a les unitats mínimes amb que es representa el relleu de la superfície. Això significa que quedaran amagats sota els “impostors”. Com a resultat, hi ha una distinció entre la forma i el material, que es representa com una capa d'una altra naturalesa –fotogràfica– superposada a l'estructura bàsica. Tanmateix, nosaltres ho percebem de manera integrada i no és perjudicial des del punt de vista científic perquè, precisament, la utilitat

¹⁴² En distàncies tan curtes com les que existeixen al nostre planeta, els sistemes euclidià i no euclidiàns són equivalents, però això canvia quan passem a escala astronòmica. La física actual ha arribat a un nivell de precisió suficient per demostrar que, efectivament, l'univers no és euclidià.

de la RV té a veure amb la visualització de la geometria i les relacions espacials i, per tant, aquest tipus de descomposició pot ser molt convenient.

Des d'un punt de vista global, potser el model de reconeixement dels objectes de David Marr és el que més punts de contacte manté amb la RV, precisament perquè es basa en l'analogia amb el món de la computació¹⁴³ i, per això mateix no serveix de base per justificar la bondat de la RV, atès que estaríem emprant un model sorgit a partir d'allò mateix que volem explicar. Igual que els models virtuals, l'esbós 3-D definit per Marr és una entitat espacial constituïda per formes geomètriques percebudes com a tridimensionals malgrat la seva projecció originària en dues dimensions. Com que és geomètrica, la reconstrucció virtual fa servir dos sistemes de coordenades: d'una banda, les inherents als objectes; de l'altra, el punt de vista de l'usuari/a, definit pel marc de la pantalla i que constitueix la base per l'exploració del món virtual. La rotació, l'alineament, etc. són formes de manipulació dels objectes que permeten el seu reconeixement o, més concretament, la seva comprensió.

II.3.4.7. Claus no pictòriques de la profunditat

La pregunta plantejada a l'apartat sobre "Percepció de la tridimensionalitat" del capítol anterior és transcendental per la RV, ja que en alguns casos el seu objectiu és "substituir" la realitat: si les claus pictòriques proporcionen sensació de profunditat, per què no percebem realment la tercera dimensió, en lloc de considerar-ho un objecte pla i parlar de tridimensionalitat plana? La resposta és que falten algunes claus que no es poden reproduir en un suport bidimensional –com ara el paralatge de moviment, la disparitat retinal o l'esforç muscular–, i que, com que són externes, proporcionen una confirmació fidedigna de la tridimensionalitat. Precisament per aquest motiu, com acabem de veure, les claus pictòriques no comporten cap problema de cara a les reconstruccions virtuals –juguen amb els mateixos recursos que qualsevol dibuix o pintura– però, en canvi, les segones, són més complicades de produir perquè la profunditat no existeix realment i, llavors, s'han d'obtenir artificialment a través de la màquina.

Recordem que quan una persona mira una determinada escena, la imatge que en forma cada ull es diferent perquè estan situats en dos punts diferents de l'espai: és el que s'anomena disparitat binocular. El cervell reuneix les dues imatges en una de sola i dedueix la informació sobre la profunditat dels objectes. Aquest mecanisme es coneix com a **estereoscopia** i el seu efecte, que és la convergència ocular, disminueix amb la distància. En el cas de la RVI, no es pot produir naturalment perquè encara que els objectes estiguin representats com si estiguessin lluny de l'observador/a, les imatges reals estan situades a pocs centímetres dels ulls. En el cas de la *WoW*, l'estereoscopia es produirà respecte de la pantalla de l'ordinador i no pas respecte dels objectes que conté perquè els ulls convergiran sempre en el mateix pla. Només es produirà una lleugera diferència lateral –de pocs centímetres– però no pas de profunditat de camp.

¹⁴³ Tot i que, en realitat, la RV va un pas més enllà perquè pot consistir en una interacció directa, immersiva i no abstracta amb un entorn envoltant i això és molt diferent de la concepció de les funcions cognitives superiors com a un simple conjunt d'operacions simbòliques.

L'estereoscopia s'ha intentat reproduir amb anterioritat a l'aparició de la RVI, gràcies al disseny d'aparells anomenats estereoscopis, que són l'antecedent directe dels HMD. El mecanisme és molt senzill i consisteix en la presentació davant de cada ull d'una imatge captada des d'un angle lleugerament diferent (Lillo, 1993: 420). Una altra possibilitat d'obtenir la tridimensionalitat és a través de filtres de color: cal imprimir una imatge amb colors verds i vermells i mirar-la a través d'unes ulleres en què un filtre és verd i l'altre vermell; d'aquesta manera s'impedeix la captació de certes longituds d'ona, diferents per a cada ull, i això genera la disparitat retinal (Lillo, 1993: 421). L'inconvenient d'aquest sistema és que també alteren els colors del que s'està mirant. Per això una solució és la polarització, que aprofita una propietat de la llum els humans no poden percebre i és que cada àtom emet un pols de radiació monocromàtic orientat d'una determinada manera però el conjunt resulta aleatori (Lillo, 1993: 422). Si apliquem un filtre, farem que els fotons s'orientin en una direcció concreta. Així doncs, les ulleres polaritzades tenen un filtre amb un angle distint per cada ull –la diferència és de 90°– i el projector envia una imatge doblada codificada de manera coherent amb l'orientació de cadascun, de tal manera que cada ull només llegeix una part de la imatge. Com que les dues imatges de la pantalla no estan alineades, els nostres ulls les forcen a convergir i, d'aquesta manera, sembla que la imatge surti de la pantalla (Podgorny, 2004: 9). L'avantatge d'aquest sistema és que es veuen tots els colors i no predomina un o altre, com passava amb les antigues ulleres amb papers de cel·lofana. Aquest sistema encara es pot dur més enllà, a través de les ulleres obturadores, en què el projector mostra les imatges alternativament per a cada ull i els vidres s'enfosqueixen sincronitzadament i així cada ull rep la imatge desitjada. Per tal que no hi hagi parpelleig cal que la taxa de refresc sigui de 90 fotogrames per segon (45 vàlids i 45 de negres, alternats).

Aquest condicionant de percepció és un dels més importants en els entorns virtuals però cal anar amb compte amb el fenomen conegut com a “rivalitat binocular” –alternança de la imatge dominant d'un ull a un altre– ja que, si bé en la realitat no es produeix gaire sovint perquè l'escena és única, en els entorns virtuals pot aparèixer amb molta facilitat perquè es creen imatges realment diferents per a cada ull (Kalawsky, 1993: 51). Els efectes de rivalitat en els *HMD* són complexos i no s'entenen gaire bé, però se sap que si un canal és més clar que l'altre, predominarà i el cervell eliminarà la imatge menys brillant. La complexitat de l'escena representada també pot induir aquest efecte, especialment en el cas de la RA, en què se superposen les imatges virtuals a les reals; en canvi, en un sistema de RVI és més fàcil de controlar. La naturalesa de la imatge també pot tenir efectes similars: se sap que les línies simples projectades sobre un “*raster display*” hi són menys propenses que les imatges renderitzades (Kalawsky, 1993: 53).

Quan es produeix un desplaçament vertical de la imatge retinal en un dels dos ulls o bé quan els objectes propers estan més a prop d'un ull que de l'altre, diem que es produeix disparitat vertical de la imatge retinal i acostuma a generar imatges dobles (Kalawsky, 1993: 55). De seguida es fa molt evident perquè en el sentit vertical els ulls no poden realitzar grans moviments compensatoris però, amb el temps, el sistema visual s'hi adapta i l'efecte desapareix. L'inconvenient és que si estem molta estona fent servir un *HMD* en què hi ha aquesta anomalia, després necessitarem una estona per tornar-nos a adaptar a la visió correcta de la realitat. Aquest efecte també es produeix quan una de les dues imatges és lleugerament més gran que l'altra i s'accentua com més propers són els objectes (Kalawsky, 1993: 57).

Un altre problema té a veure amb l'amplada del **camp de visió**. Els *HMD* actuals no permeten reproduir un camp de visió tan ampli com el nostre perquè llavors la resolució espacial global és massa baixa a la regió de la fòvea, que és la més precisa. Per resoldre-ho s'estreny el camp de visió fins que la visió de la regió de la fòvea és acceptable (Kalawsky, 1993: 49). Però llavors tindrem la sensació d'anar pel món (virtual) amb unes ulleres de batre. Una forma d'evitar-ho és mantenir un camp visual tan ampli com es pugui i, sabent que les vores de les imatges patiran distorsions però que són calculables, pre-derformar la imatge per tal de contrarestar-les (Coiffet, 1995: 33).

Això mateix passarà amb l'**acomodació** del cristal·lí, la lent de l'ull, que tindrà a poca distància objectes que dins la simulació poden ser llunyans i, per tant, hi haurà una manca de correspondència entre la distància real i la virtual. L'acomodació, com la convergència, és més difícil de reproduir perquè es tracta d'un mecanisme intern del sistema perceptiu. Per poder-lo simular caldria saber exactament sobre quin objecte de l'escena s'està fixant la vista i llavors enfocar aquell objecte mentre es desenfoca la resta, sempre amb una gradació corresponent a la distància relativa (del Pino González, 1995: 43). Tot i que avui dia és possible captar en quina direcció es mira, encara no es pot discriminar amb precisió si els objectes són propers però situats en plans diferents. El fet de no poder simular aquests dos mecanismes no només fa que la sensació de relleu sigui imperfecta, sinó que pot arribar a produir mal de cap (del Pino González, 1995: 43), la qual cosa demostra que són molt importants.

El **paralatge** també ofereix una indicació de profunditat perquè quan l'escena i l'observador es mouen un respecte de l'altre, els objectes més propers es desplacen més ràpid que els més llunyans, de manera que el cervell pot inferir les distàncies relatives entre ells. Els dispositius de localització –en els quals s'estan invertint molts recursos des de la Realitat Augmentada–, permeten simular l'efecte del paralatge modificant la imatge d'acord amb la posició del cap de l'usuari (del Pino González, 1995: 43), però la seva aplicació és complicada perquè s'ha de calcular amb molta precisió sobre objectes propers i llunyans i tenir en compte que poden arribar a superposar-se (Hill, 1996: 73).

Hi ha un darrer element que contribueix a la correcta percepció de l'espai: la **sensació de presència**. En el món real, aquest ens envolta i dialoga amb nosaltres en un intercanvi permanent d'informació generat per les necessitats que tenim en ell. La sensació de presència només existirà en la RVI, mentre que la *WoW* serà com mirar un quadre dinàmic, extern a nosaltres, un objecte més dins el nostre camp visual, una finestra a un altre món. En canvi, la RVI està dissenyada per produir la sensació de presència i ho fa a través dels següents elements (Kalawsky, 1993: 81-84):

- **Ergonomia:** la interacció amb el món virtual ha de ser tan natural com ho són les nostres accions a la realitat. Si el casc pesa, o les imatges no s'adeqüen al nostre moviment, es trencarà la sensació de presència.
- **Propiocepció:** Veure les parts del propi cos també ajuda perquè la sensació del cos és un element fonamental de la nostra percepció del món, fins i tot quan intentem centrar-nos només en un sentit.
- **Camp visual il·limitat:** l'observador/a hauria de ser capaç de poder moure els ulls o el cap per veure-hi més enllà del camp visual perifèric.

- **Familiaritat de l'escena:** com més relacionat estigui el món virtual amb el real, més ràpida serà l'adaptació.
- **Moviment dels objectes:** de vegades, la correcta seqüència de moviment dels objectes és més important que la manera com estan representats perquè som més sensibles a l'hora de detectar-hi qualsevol anomalia.

En conclusió, les claus no pictòriques de la percepció visual són les més difícils e simular perquè són externes als objectes i corresponen a fenòmens fisiològics del nostre cos. Alguns es poden simular externament, com per exemple la disparitat o el paralatge però, tot i això, segueixen presentant problemes perquè es tracta d'un sistema molt sensible. La prova és que qualsevol desajust no provoca sensació d'estranyesa –com en el cas de les claus pictòriques– sinó directament malestar físic. Potser l'element més difícil de simular és la sensació de presència, perquè inclou un seguit de factors –ergonomia, propiocepció, multisensorialitat– que en una simulació computacional són pràcticament impossibles d'aconseguir perquè necessàriament hi actua un intermediari –la interfície– que imposa una determinada forma d'interacció. Davant d'aquestes circumstàncies, cal fer una suspensió d'incredulitat o bé acceptar que la funció de la RV no pot ser la substitució completa del món, sinó la seva anàlisi –un determinat tipus d'anàlisi.

II.3.4.8. Moviment

El moviment s'ha de considerar un element clau dins els móns virtuals; i això per dues raons. En primer lloc, perquè la RV ha permès de millorar la incorporació del factor temps en les composicions de l'art occidental modern. En un tot homogeni, no hi ha moviment; posteriorment, la presència d'un punt central genera un dinamisme de la composició. Tanmateix, fins i tot en les composicions de dinamisme més agosarat, el conjunt tendeix a equilibrar-se; és com si s'hagués congelat el temps en un moment concret. La RV trenca aquesta detenció del temps gràcies al seu dinamisme inherent i per això, tal com veurem en el següent apartat, permet explorar relacions de causa –efecte relacionades amb un entorn espacial.

En segon lloc, i des d'un punt de vista estrictament retinal, la percepció del moviment es produeix en un fenomen anàleg al dels cartells lluminosos o les pantalles d'ordinador, en què el moviment es simula a través de punts de llum que s'encenen i s'apaguen successivament. Sobre les retines es projecta la imatge i s'estimulen diferents grups de receptors a mesura que creua la superfície de la retina. L'ull humà pot seguir el moviment o fins i tot moure's ell sense que les imatges es vegin borroses. El cervell no analitza imatges instantànies fixades per un mecanisme disparador sinó que, com que els sensors oculars s'acomoden, el cervell extreu informació del flux òptic al llarg de la retina (Kalawsky, 1993: 60). Aquests estímuls es transmeten al cervell i activen parts diferents del còrtex cerebral. La percepció del moviment no es produeix a l'ull –perquè els receptors són independents els uns dels altres–, sinó a través de la connexió que s'estableix entre les parts del cervell estimulades. Com que estan molt properes i l'excitació es produeix en un lapse temporal molt curt, el cervell respon associant-les sota el “concepte” del moviment. Perquè això es produeixi s'han d'acomplir unes

condicions necessàries com ara la contigüïtat, la constància d'identitat, la gradualitat, etc. (Arnheim, 1987: 320-322).

Per crear sensació de moviment, imprescindible per la navegació dins un món virtual, la RV aprofita dues de les il·lusions de moviment: l'estroboscòpic i l'induït. En el fons, la simulació del moviment funciona com a la cinematografia amb la diferència que, en lloc de presentar imatges fixes preestablertes, el processador actualitza en temps real la geometria bàsica de l'escena, és a dir, que calcula i presenta la forma dels polígons en funció del nou punt de vista. Per tant, el moviment es pot conceptualitzar, des del punt de vista de la RV, com una successió molt ràpida de punts de vista diferents.

La simulació del moviment genera el mateix tipus de problemes que la simulació de la tridimensionalitat i és que, precisament perquè es tracta d'una imatge virtual, que no existeix en el món real, no intervenen les claus físiques –o, en aquest cas, egocèntriques– de percepció del moviment. Per aquest motiu, la RV jugarà sobretot amb l'establiment espontani d'una relació jeràrquica de dependència entre els objectes que es troben dins el camp visual (Arnheim, 1987: 312), és a dir, amb les claus relatives o exocèntriques. Aquesta dependència està determinada per un conjunt de factors, part dels quals eren recollides per Gibson en el seu enfocament ecològic:

- En una situació de desplaçament, en principi, el marc té tendència a restar immòbil mentre l'objecte dependent es mou [(Duncker, 1929), citat a (Arnheim, 1987: 312)].
- Si un objecte canvia de mida i / o forma mentre l'altre resta constant, es considera que el que es mou és el variable [(Duncker, 1929), citat a (Arnheim, 1987: 312)].
- Els objectes més foscs depenen dels més clars, de manera que en una situació de desplaçament, els foscs es mouen i els clars es queden quiets[(Duncker, 1929), citat a (Arnheim, 1987: 312)].
- L'observador/a també actua com a marc de referència i, per tant, queda immòbil. Tot i que també cal tenir en compte on fixa la mirada perquè llavors l'objecte observat esdevé figura i és el que es mou [(Duncker, 1929), citat a (Arnheim, 1987: 312)].
- La presència d'un punt de fuga és fonamental per a la comprensió del patró de flux òptic, de tal manera que si els objectes es desplacen respecte d'un punt central, interpretarem que ens estem movent; endavant si el moviment en relació amb el punt de fuga és divergent, i enrera si el moviment és convergent (Munar i Rosselló, 1999: 424).

Molts sistemes de RVI poden oferir sensacions de moviment molt convincents, però quan és l'observador/a qui es mou respecte de l'escena, la il·lusió queda destruïda instantàniament. Això es degut al fet que les claus de camp del flux visual agafen una aparença antinatural (Kalawsky, 1993: 58). Per reproduir amb realisme la sensació de moviment, caldrà simular aquest flux òptic adequadament: pantalles panoràmiques i

flux radial per obtenir la sensació que es desplaça endavant o bé pantalla petita i flux lateral per oferir sensació de profunditat (Kalawsky, 1993: 59; Lillo, 1993: 415).

II.3.4.9. Temps i causalitat

La causalitat és la segona raó per la qual el moviment és tant important en la RV. Els models virtuals tenen una funció científica, de comprovació d'hipòtesis, però aquesta verificació s'acompleix necessàriament de forma visual. És a dir que, perquè sigui contrastable, la causalitat ha de manifestar-se de forma visual. La percepció visual és la via més important, més natural i immediata de captació de la causalitat i ha generat debats filosòfics des del s. XVII. L'associació de fets percebuts és fonamental per la supervivència de totes les espècies animals però, fins a quin punt la contigüitat espàcio-temporal implica inevitablement causalitat? Hume i Kant defensaven la idea que la percepció només conté una successió neutra d'esdeveniments i que és la ment qui, per costum, afegeix secundàriament una associació causal. En canvi, Michotte, tal com hem vist abans, va demostrar, gràcies als seus experiments, que la causalitat intervé en la percepció de la mateixa manera que la forma, el color o el moviment dels objectes i que la seva captació depenia exclusivament de les condicions perceptives.

Deixant de banda les qüestions filosòfiques sobre la causalitat, cal tenir en compte que, tal com demostren aquests experiments, en l'àmbit de la percepció visual i, per extensió en la RV, la causalitat no es visible ni està continguda físicament en els objectes. Aquests no transmeten més propietats que les que estan implícitament definides, és a dir, que es revelen a través del comportament (Arnheim, 1987: 328). La causalitat pot estar associada amb diversos fenòmens: energia motora, mecànica, lumínica... Tots aquests tipus de fenòmens són empíricament comprovables perquè són físics i es basen en una concepció mecanicista de la causalitat. Tanmateix, són poc adequats per les disciplines històriques perquè estan manllevats directament de les Ciències Naturals i només cobreixen un rang molt petit de les causalitats contingudes en la Història, com ara les de tipus ontològic, referides a la transformació dels objectes al llarg del temps, o bé les que inclouen la multicausalitat i els agents socials. Precisament, aquesta és la idea que guia alguns autors (de Vega, 1992) quan adverteixen que la causalitat fenomènica estudiada per Michotte és diferent de l'atribució causal en el món social. La distinció entre totes dues rau en el fet que la primera és una experiència perceptiva directa, essencialment guiada per una configuració espàcio-temporal concreta de les dades sensorials immediates, mentre que la causalitat social és una operació cognitiva d'alt nivell, realitzada a partir de dades molt abstractes, distribuïdes en una escala temporal molt àmplia i que depèn de l'ús de processos de raonament més que no pas del simple còmput de covariacions (de Vega, 1992: 273).

La qüestió és si la RV és l'eina adequada per respondre aquest tipus de preguntes i, en cas afirmatiu, com ho pot fer. La RV conté tots dos tipus de causalitat: d'una banda, la de tipus primari, ja que estem simulant unes transformacions que són principalment de tipus físic i es perceben o s'associen visualment; de l'altra, la de tipus social perquè els sistemes de regles que governen el món virtual poden operar independentment del món simulat visualment i utilitzar-lo com a pantalla per mostrar els resultats d'un procés que inclou agents socials. Tot dependrà de l'ús previst per la reconstrucció virtual. La relació de la RV amb la causalitat (científica) és, precisament, la qüestió que tractarem més endavant, a partir del cas concret de la seva aplicació a l'Arqueologia.

II.3.4.10. Conclusions: realisme i Realitat Virtual

II.3.4.10.1. Introducció

En aquests tres apartats de conclusions m'ocuparé del concepte de realisme, ja que es tracta d'una reflexió derivada de tot el que he explicat sobre percepció visual i especialment pertinent atesa l'evolució actual de les representacions virtuals. A partir de les informacions sobre el desenvolupament de les capacitats pictòriques en els infants demostrarem que el concepte implica una construcció intel·lectual i, per tant, va més enllà que la reproducció fidel de la realitat, però que, en el món occidental, per influència de la ciència, s'ha associat amb el figurativisme perspectivista. En realitat, aquesta és una reflexió estretament lligada a l'apartat sobre la RV com a representació pictòrica del capítol de definició del concepte; tanmateix, com que conté dades sobre percepció visual, he preferit reservar-la per aquest moment ja que, juntament amb totes les informacions relatives als aspectes bàsics de la percepció visual, ens servirà per demostrar que la RV no és la simulació més perfecta de la realitat i, a partir d'aquí, decidir quin és el tipus de realisme que convé ens convé en Arqueologia.

II.3.4.10.2. De Giotto a la Silicon Graphics

L'ésser humà, igual que els primats superiors, té especialment desenvolupat el sentit de la vista, en detriment de l'olfacte, que predomina en la resta de cordats. La percepció correcta de l'entorn és fonamental per la supervivència, però caldria definir el significat de "correcta" que, com hem vist al principi de la secció, no posseeix un valor absolut, sinó que depèn de cada espècie. La tradició científica occidental ha tendit a naturalitzar el tipus de visió de l'ull humà i considerar-lo la millor manera de percebre el món. Aquesta concepció es pot seguir al llarg de la Història perquè ha quedat plasmada a l'art pictòric, la fotografia i, darrerament, en les reconstruccions per ordinador¹⁴⁴. Tanmateix, des de principis del s. XX, diversos estudis realitzats en el camp de la Psicologia experimental han demostrat que sovint es produeix una manca de correspondència entre el que es percep i la "realitat". Hem de considerar que la nostra percepció és il·lusòria? La revisió de les creences tradicionals sobre la percepció tampoc no ens ha de portar a caure en un empirisme a ultrança. El fantasma de l'engany desapareix si tenim en compte tres informacions. En primer lloc, que obtenim una imatge tridimensional del món a partir d'una projecció sobre la retina bidimensional i distorsionada (Fischler i Firschein, 1987: 208). Això refuta la creença de la gent que l'ull proporciona una còpia exacta del món. En realitat, l'ull només és un sensor; el nostre veritable òrgan de la visió és el còrtex visual. En segon lloc, que no som simples receptors i receptores passius d'estímuls sinó que intervenim activament en la percepció del món. I, finalment, que interpretem la realitat en relació amb el nostre cos o entorn més immediats com a context: així doncs, no tenim percepcions absolutes sinó relatives.

El sistema perceptiu humà ha d'interpretar el món a partir dels estímuls lumínics impressionats a la retina i per aconseguir-ho treballa, com vèiem en parlar de les diferents teories que expliquen els processos que es produeixen més enllà de la retina, a través de la constància, que és l'habilitat de separar les propietats extrínseques de les

¹⁴⁴ Recordem que aquesta era la idea central de la secció anomenada "Representació pictòrica de la realitat" que constituïa el segon vector d'aproximació al concepte de RV, dins el capítol de definició.

intrínseques en els objectes. Això és el que ens permet saber que la taula és rectangular malgrat que els nostres ulls han captat un trapezoide i el sistema és tan eficient que difícilment som conscients de la informació extrínseca present a la imatge retinal. Això fa extremadament difícil la representació pictòrica perspectivista, perquè el nostre sistema està pensat per extreure invariants, no pas per quedar-se amb les característiques extrínseques, que són les que caracteritzen l'art occidental (Durand, 2002: 113). En canvi, l'art oriental –com molts altres arts prehistòrics o aborígens– prefereixen representar les característiques intrínseques perquè són més accessibles i clares. La diferència entre ambdós sistemes es troba en representar “allò que veig” –al nivell primari– o allò que sé –situant-se, d'aquesta manera, al nivell cognitiu superior– però, el més habitual és que les representacions adoptin una postura intermèdia, en què es barregen els dos extrems o es fa que coincideixin (Durand, 2002: 113).

Com a representació de la realitat a través d'imatges que contenen paràmetres de forma, color, llum, etc., la creació de models virtuals de tipus *Desktop*, tot i tenir una finalitat científica, planteja les mateixes qüestions que les altres representacions icòniques bidimensionals de la tridimensionalitat. Com he proposat a la secció sobre la definició de la RV, aquesta s'insereix dins la tendència pictòrica i filosòfica occidental de representar la realitat tan “fidelment” com es pugui i, amb aquest objectiu, ha desenvolupat tècniques que es recullen sota el terme de “fotorealisme”. El concepte no només denota la intenció de crear imatges sintètiques impossibles de distingir d'una fotografia sinó que també informa sobre les característiques de les tècniques: estan inspirades en les observacions del món físic, perquè imiten la interacció de la llum amb les superfícies dels objectes en un determinat entorn i la projecció d'aquests patrons sobre l'element fotosensible d'una màquina fotogràfica (Green, 1999: 2-1). L'inconvenient d'intentar simular els fenòmens físics i la nostra captació d'aquests és que ambdós elements són extremadament complexos, la qual cosa fa que la representació d'un objecte no sigui un procés totalment unidireccional, des d'una realitat tridimensional objectiva cap a un sistema de convencions 2D, sinó que es tracta d'un procés que implica interaccions en ambdós sentits, tal com evidencia el fet que, per exemple, sovint es manipula l'escena 3D per obtenir una bona composició en l'espai 2D d'una pintura (Durand, 2002: 116). Per aquest motiu, les reconstruccions virtuals sempre donen la sensació que els falta alguna cosa per ser realment com una fotografia o el propi entorn: si la visió i la representació (de la imatge retinal) fossin operacions equivalents i invertibles, la representació gràfica seria molt més fàcil i quedaria reduïda a la simulació òptica (Durand, 2002: 116). Però, de totes maneres, l'enregistrament directe del flux òptic no és garantia de realisme total, de representació perfecta del món, perquè només constitueix una part de la percepció.

Davant la complexitat de la relació entre percepció i representació, cal triar els sistemes de representació que millor s'ajusten al nostre objectiu, perquè en molts casos és possible que el simple enregistrament dels estímuls retinals no aportï cap informació. Això demostra que, encara que s'hagi universalitzat, el perspectivisme no és l'únic tipus de representació possible, com ja assenyalaven la pintura prerenaixentista i de l'art del segle XX. Per exemple, en el cas de la iconografia egípcia, grega i mesopotàmica, la juxtaposició de diferents punts de vista en funció de la part del cos no és deguda a una impossibilitat tècnica sinó al fet que triaven la millor perspectiva per emfasitzar una concepció o missatge subjacent. Les comunitats prehistòriques, des del Paleolític fins a l'art esquemàtic protohistòric, representaven totes aquelles característiques identificatives que eren necessàries per l'objectiu de les seves pintures. I el realisme és

una d'aquestes concepcions, pròpia del món occidental modern i contemporani, originada gràcies a l'impuls de la "revolució científica" iniciada al s. XVI. D'aquesta reflexió es dedueix que no podem considerar que el concepte "realisme" tingui un valor absolut sinó que depèn del context cultural que el desenvolupa: totes les representacions "artístiques" són realistes des del punt de vista de la societat que les crea, atès que contenen totes les característiques de representació i de significació necessàries per a la seva funció.

En el context de l'art occidental, a partir del Renaixement es van començar a inventar tècniques de perspectiva per superar les distorsions provocades pel punt de vista. Aquesta cerca de la "fidelitat" ha estat discutida des de l'àmbit de l'art i de la filosofia. La cerca de realisme parteix de la premissa que existeix una realitat independent de la percepció que pot ser representada de manera més o menys acurada, depenent de la tècnica emprada. Per exemple, es creu que el pintor de Delft Johannes Vermeer, al s. XVII, ja feia servir una "*camera obscura*" per captar amb més precisió la realitat i –dada curiosa i molt significativa– els seus contemporanis li retreien el mateix que avui dia es critica a les reconstruccions computacionals: la fredor del seu detallisme (Green, 1999: 2-2). Això, juntament amb la crítica de Kant o els escorços desmesurats de Mantegna, demostren que no es representa la veritat de l'objecte complet sinó un punt de vista concret. El pensament occidental ha tendit a confondre aquestes dues entitats, però la representació integrada no és possible únicament a través de la imatge "fotogràfica" sinó que necessita un component intel·lectual, que és, precisament, el que genera la concepció "fotogràfica" occidental. El realisme no està únicament lligat a la realitat visible –que és només un dels molts punts de vista de la realitat– sinó a la forma cultural de conceptualitzar-lo; i, en totes elles, només es produeix una identificació parcial entre imatge i objecte real (Arnheim, 1987: 96). Diu Arnheim (Arnheim, 1987: 121):

"... la imagen nos proporciona la cosa "en sí" solo mediante la indicación de algunas de sus propiedades: la silueta característica de un pájaro, el color de una sustancia química o el número de capas geológicas. [...] Estas propiedades constituyen todo lo que deseamos saber. Esto significa, no solo que la mejor imagen es la que deja de lado todo detalle innecesario e indica las características fundamentales, sino también que los hechos pertinentes deben revelarse claramente ante la visión. Ello se obtiene mediante factores perceptivos [...]."

L'aspecte que apareix als quadres només és una part de la totalitat de l'objecte. Fixem-nos que les idees expressades en aquest fragment estaven dedicades a l'art però també es poden aplicar a la RV que, en el fons, és continuadora de les tendències artístiques occidentals. Això no obstant, l'avantatge de la imatge computeritzada és que permet contenir models tridimensionals –que es presenten com a plans– sense privilegiar un punt de vista fix –com passa en els quadres– sinó que l'aproximació al model es pot fer des d'una infinitat de perspectives. Per tant, des del punt de vista de la captació realista, supera les limitacions de l'Art i de la fotografia perquè conté alhora la totalitat de l'objecte i la multiplicitat dels punts de vista. Això és degut al dinamisme i interacció propis de la RV –i dels ordinadors en general–, que permeten "navegar" per dins el model. A més de superar tècnicament la dimensió estrictament "fotogràfica", la RV permet incloure la dimensió conceptual del realisme, però d'una manera diferent (pròpia de la societat de la informació) a com ho feia la civilització egípcia, els cubistes o Giotto: tot associant fragments d'informació en punts concrets de les imatges.

Per altra banda, afirma Arnheim (Arnheim, 1987: 121) que reproduir fidelment un objecte significa representar els seus trets pertinents i, per aconseguir-ho, primer cal entendre'l. En el cas dels models virtuals es realitza, amb posterioritat, el procés invers: representem un fragment de realitat –tangible o abstracte– per entendre una altra de les seves propietats. Per això, i encara que pugui semblar una contradicció (Arnheim, 1987: 123),

“Dado que la representación de un objeto significa señalar algunas de sus propiedades, a veces la mejor manera de lograr aquel propósito consiste en alejarse grandemente de su apariencia fotográfica.”

Això mateix opinen Frédo Durand (Durand, 2002: 111) i els Gooch (Gooch i Gooch, 2001a: 10-11) en defensar la possibilitat que el “*Non-photorealistic rendering*” (NPR) posseeix més capacitats comunicatives que el fotorealisme. D'aquí es desprèn que l'hiperrealisme de les reconstruccions virtuals és només una de les moltes propietats que aquestes poden posseir i que obeeix a una funció molt específica que fins ara ha estat, com també opina Maria Roussou (Roussou, 2003: 47), la transmissió d'una sensació d'objectivitat i credibilitat. Pensem, per exemple, en pel·lícules com “*Final Fantasy*”, completament generada per ordinador o en qualsevol pel·lícula de ciència - ficció amb uns acurats efectes especials: l'elevat realisme de les imatges converteix l'irreal en possible perquè la representació és cada cop més versemblant. La influència de l'aspecte general de la imatge ha estat analitzat des del món de la publicitat audiovisual i s'ha comprovat que el gra o el traç més fi s'associen amb el realisme, mentre que els gruixuts s'interpreten com a escena reproduïda artificialment (Alonso i Matilla, 1997: 47). Però tampoc no s'ha de sobrepassar un límit perquè la profunditat i nitidesa de les imatges digitals es percep com a excessivament freda i també s'interpreta com a poc realista. La mida justa és... la còpia exacta del tipus d'imatge que proporciona el nostre sistema visual.

II.3.4.10.3. Desenvolupament de les capacitats pictòriques en la infància

Per completar la justificació de l'afirmació que el sistema perspectivista és purament convencional, podem donar un cop d'ull al desenvolupament de la capacitat de representació humana. L'estudi de la percepció infantil ha demostrat que algunes parts molt importants, com ara la retina, el nucli lateral geniculat o el còrtex visual no estan plenament desenvolupats en el moment del naixement (Fischler i Firschein, 1987: 223). Això significa que molts dels canvis percebuts al llarg de la infància reflecteixen, no només una maduració cognitiva sinó també, paral·lelament, del sistema neural. Per exemple, (Fischler i Firschein, 1987: 223) l'agudesa visual i la sensibilitat al contrast dels nounats són molt pobres i milloren exponencialment en els primers sis mesos de vida. Tampoc no examinen les figures gaire atentament, però aquesta limitació queda superada en arribar als tres mesos. Entre els dos i els tres mesos, els bebès són capaços de distingir els objectes per la seva forma i també poden realitzar algunes discriminacions en funció del color. A partir dels quatre als sis mesos, reconeixen el moviment d'una persona i poden percebre la profunditat. No és fins el període de la postinfància que desenvolupen la capacitat de seleccionar i centrar-se exclusivament en la informació que els interessa.

A principis del segle XX, la Psicologia de la percepció considerava que no hi havia diferència entre l'objecte percebut i la imatge projectada a les retines. Això es contradeia amb les representacions realitzades durant la infància, que no manifesten ni el grau de detall ni de perspectiva que serien d'esperar (Arnheim, 1987: 127). Significava això que la percepció dels nens i nenes era "deficient" o bé que la percepció era com la d'un adult però hi havia una alteració en el moment de reproduir-la? En primer lloc, és cert que els dibuixos infantils són inexactes perquè a aquesta edat encara no posseeixen el control motor necessari per dibuixar els traços amb fermesa, però també contenen una simplificació de les formes que aquesta hipòtesi no pot explicar. Una altra explicació possible diu que els humans en desenvolupament utilitzen les formes geomètriques més senzilles per reproduir la realitat, però això tampoc no explica el mecanisme mental sistemàtic pel qual s'activa aquesta associació entre realitat i geometria.

La primera teoria general explicativa es coneix com a "teoria intel·lectualista" i afirmava que els nens i nenes no dibuixen el que veuen sinó el que saben, construccions abstractes obtinguts a partir de l'acumulació d'experiències visuals. Això es contradiu amb les observacions científiques que demostren que, en les primeres etapes de desenvolupament, els humans i les humanes depenen completament de les experiències sensorials més properes i es desenvolupen en la realitat sense problemes abans i tot de saber parlar. La teoria intel·lectualista es basava en la facultat d'abstracció lingüística, però només funcionaria a partir d'una certa edat, ja que abans està demostrat que els nens i nenes no posseeixen conceptes intel·lectuals de tipus lingüístic (de Vega, 1992: 284). Si s'aplica aquesta teoria a l'art de les comunitats preindustrials, encara s'evidencia més clarament la seva feblesa: ¿per què les comunitats "primitives" haurien de representar a través de l'abstracció mentre que la civilització occidental adulta representava allò que veia? Quin és l'origen d'aquesta dicotomia en els estils de representació? I, sobretot, com pot ser que comunitats "primitives" facin servir un procés intel·lectual més complex, com és l'abstracció? El grau de detall d'algunes representacions paleolítiques, juntament amb el fet que l'art prehistòric es desenvolupa del realisme a l'abstracció, són dos arguments que contradiuen la teoria intel·lectualista. I un tercer argument prové de l'estudi dels dibuixos infantils, que demostren que la representació de la realitat a través de simples rectes –com apareix sovint a l'art del Calcolític– correspon a un grau de desenvolupament avançat: per representar la solidesa i la direcció, els nens i nenes fan servir figures necessàriament bidimensionals, per tant, més realistes (Arnheim, 1987: 145). La teoria intel·lectualista també oblida que, segons ella mateixa defensa, l'abstracció es forma a partir d'una observació de la realitat, per tant, cau en una contradicció flagrant.

La crítica a la teoria intel·lectualista va ser possible gràcies al desenvolupament dels estudis sobre percepció i, especialment, els experiments psicofísics –que van demostrar que no hi ha una correspondència directa entre la percepció final i la imatge projectada a les retines– i les teories sobre el reconeixement dels objectes. Els humans infantils dibuixen generalitats i formes sense distorsionar perquè tendeixen a reflectir en el dibuix allò que veuen, és a dir, invariants d'alt nivell –objectes i parts d'objecte– que estan més properes a la seva experiència fenomènica (de Vega, 1992: 301). Per tant, produeixen representacions perfectament comprensibles però que ens semblen inexactes des del punt de vista de la perspectiva perquè hem integrat les tradicions culturals que en defineixen la plasmació bidimensional. Així doncs, en aquest sentit, les formes de representació iniciades al Renaixement van significar una recerca explícita sobre les

invariants estructurals del camp visual, de cara a fer-les conscients per millorar-ne la seva reproducció en un format 2D.

Segons Arnheim (Arnheim, 1987: 133),

“La representación nunca produce una réplica del objeto sino su equivalente estructural en un medio dado. Aparte de otras razones esto es cierto debido a que la réplica es posible solo si el objeto se duplica en su propio medio. En cualquier otro caso existen considerables diferencias entre modelo e imagen. Algunas son tan corrientes que apenas somos conscientes de ellas. No advertimos, y menos aún lamentamos, el hecho de que casi todas las imágenes son o más grandes o más pequeñas que los objetos a que se refieren. Aceptamos sin cuestionar una imagen plana que representa un objeto tridimensional. Esto no es una convención esotérica acuñada por artistas, sino una práctica de la vida cotidiana.”

El desenvolupament de les capacitats perceptives i de representació de la infància passa precisament per descobrir i acceptar aquesta relació entre imatge i representació. Una relació que està basada no tant en la identitat de detall com en la correspondència coherent entre les característiques estructurals essencials (Arnheim, 1987: 133). Aquesta és precisament la llei fonamental en què es basa la utilitat científica dels models virtuals però que, en el cas del VH, ha quedat alterada per la creença que el realisme és la imitació de la realitat. Tal com afirma, irònicament, Arnheim (Arnheim, 1987: 133):

“Este concepto de la representación, indudablemente menos inteligente, lejos de serle natural al hombre, es el producto tardío de una cultura particular en la cual da la casualidad que vivimos desde hace un buen tiempo.”

A més, afirmar que una imatge és realista implica l'establiment previ d'una comparació amb la realitat. Amb quina realitat, atès que la percepció que en tenim està mediatitzada per factors biològics i culturals? En el fons, quan afirmem que aquella reconstrucció virtual d'un temple egipci és realista, estem comparant amb la nostra pròpia manera de representar la realitat, la qual cosa és una tautologia. I encara hi ha una altra qüestió i és que estem comparant mentalment amb una realitat que mai no hem vist perquè, en aquest cas concret, vivim en un temps diferent al de la construcció de l'edifici. La incoherència de l'afirmació encara es fa més evident quan ens referim a la representació d'objectes sorgits de la imaginació: ¿com podem assegurar que la imatge d'un extraterrestre en una pel·lícula és realista quan és molt probable que aquell tipus concret d'ésser no existeixi en cap part de l'univers? El grau de realisme s'estableix d'acord amb la versemblança o, en altres paraules, amb la proximitat d'aquella representació als patrons lumínics que capta i interpreta el nostre sistema sensorial.

Tornem al desenvolupament de les capacitats de representació, però ara amb més detall. Dins l'evolució general de l'espècie humana, la capacitat de representació progressa del més simple al més complex, però això no s'ha d'entendre des d'un punt de vista estrictament formal, sinó conceptual. La manera més simple i equilibrada de presentar la realitat és a través de cercles. Quan representa, per exemple, un cotxe, el nen o la nena no veu un cercle a la realitat ni tampoc en el seu dibuix, en què es capaç d'explicar on hi ha les rodes o les finestres. Ell o ella veu un cotxe i dibuixa un cotxe. I, un cop adquirit un patró, l'aplicarà a una àmplia varietat de temes, en detriment de la versemblança. Això no es pot considerar una descripció mecànica de la realitat sinó que

es tracta de l'aplicació d'una capacitat inventiva de la ment humana per presentar elements de conceptualització desconeguda o ambigua que es practica tant en estadis primaris de desenvolupament cognitiu com en teories científiques del més alt nivell (per exemple, la representació de l'univers primigeni). Pel que fa a les línies rectes, són més senzilles des del punt de vista visual però demanen un grau major de complexitat conceptual (Arnheim, 1987: 146). Per representar la solidesa dels cossos, els nens i nenes més petits utilitzen formes bidimensionals que, a l'hora d'indicar una direcció, transforma els cercles originals en formes el·líptiques que, posteriorment s'estilitzaran (Arnheim, 1987: 145). Aquest desenvolupament no és lineal, sinó que, tal com mostren els dibuixos infantils, es produeix en mosaic, a mesura que es va descobrint la possibilitat d'aplicar el recurs adquirit a diferents elements de la realitat (Arnheim, 1987: 149). En el fons, no estan fent una cosa diferent de l'artista expert/a: adquirir i aplicar convencions formals.

Així doncs, l'evolució de la capacitat pictòrica s'inicia amb els cercles, als quals s'afegeixen línies. Primer es representen les relacions espacials més simples –angles rectes– i posteriorment s'incorpora la noció d'obliquïtat. Sembla que això és degut a la insatisfacció davant la poca capacitat de les formes ortogonals de representar el moviment i és un fenomen paral·lel al desenvolupament que es produeix en la història de l'art occidental (Arnheim, 1987: 150). Un pas posterior és la fusió de les diferents parts en un contorn integrador. Això no significa que abans la criatura no concebés l'objecte com una entitat global, tal com ho demostren la simetria, la unitat del conjunt i les proporcions, però sí que sembla que la seva capacitat analítica la portava a distingir i dibuixar cadascuna de les parts de l'objecte (Arnheim, 1987: 152). Això demostra que, contràriament als postulats de la teoria intel·lectualista, en les etapes infantils es posseeix una enorme capacitat d'observació i reconeixement del detall, però el desenvolupament cerebral encara no permet la seva inclusió en una forma integral. A mesura que es desenvolupa la capacitat d'abstracció, l'ull es familiaritza amb la forma complexa resultant de la combinació d'elements i les capacitats motores s'afermen, es produirà la fusió dels elements. Si fa no fa, això és el mateix que passa en l'evolució de la pintura quan s'arriba al cubisme o també en l'elaboració del llenguatge (Arnheim, 1987: 154):

“La transición que va desde una combinación de elementos que se mantienen constantes a una unidad internamente estructurada tiene su réplica en otras actividades de la mente. En el lenguaje, por ejemplo, marca la diferencia psicológica que existe entre el método de declinación del inglés, en el que se añaden preposiciones a sustantivos invariables, y la inflexión más compleja del latín, en que el sustantivo se altera en su propio cuerpo”.

Un altre dels factors que cal tenir en compte és el de la mida ja que demostra ben clarament la importància de l'element intel·lectual en la percepció. Els nens i nenes poden presentar objectes de mides diferents exactament a la mateixa escala i afirmar que no té cap importància, atès que la resta de característiques permeten identificar-los clarament. Llavors, per què amb el temps s'imposaran distincions mètriques entre ells? En les primeres representacions tampoc no hi ha proporcionalitat ni entre les parts d'un mateix objecte. Algunes explicacions han atribuït aquest fenomen a la importància subjectiva que l'infant atribueix als diferents elements. És possible que, a més d'aquest factor, calgui tenir en compte la importància de les figures geomètriques simples –el cercle– que ajudaven en etapes anteriors a representar la realitat. De la mateixa manera

que llavors no tenia importància la precisió perquè del que es tractava era de presentar l'existència de l'objecte, ara tampoc no té importància la distinció de la mida (Arnheim, 1987: 157). Això quedaria demostrat pel fet que tampoc no respecten el concepte de distància: si han de reproduir un conjunt de figures superposades, tendiran a separar-les i representar-ne cadascuna per separat (si fa no fa, com passava amb la distinció i integració de les parts d'un objecte però ara aplicat a un nivell conceptual superior). En canvi, com més semblants siguin dos objectes pel que fa a la mida i la distància espacial, major connexió s'establirà entre ells, en virtut de regla de similitud que ja s'ha esmentat anteriorment. Així doncs (Arnheim, 1987: 156),

“Parece posible poder afirmar que las diferencias de tamaño muy rara vez se incluyen solo para lograr una imitación fiel del modelo. Aparecen cuando relaciones funcionales de naturaleza espacial, emocional o simbólica lo requieren”.

Això mateix es pot aplicar molt especialment a la RV perquè en essència es tracta d'un model dissenyat expressament per “gestionar” relacions espacials. Tanmateix, cal tenir present que el realisme de la mètrica no és un valor absolut sinó que necessàriament adquireix significat a través de la relació entre els objectes representants en un mateix moment. Per entendre això hem de pensar en una característica pròpia de totes les imatges del dibuix assistit per ordinador: les unitats de la representació són pròpies del programa i la seva equivalència amb la realitat s'estableix per “convenció”. Quina és l'escala del conjunt dels objectes representats? Quan mirem la pantalla, aquesta és completament indiferent, i el resultat final segueix essent vàlid independentment dels valors mètrics que nosaltres definim. Només quan l'haguem d'aplicar a la realitat física caldrà especificar, per exemple, que una unitat és igual a un metre.

La representació de la tridimensionalitat tampoc no sorgeix de manera immediata sinó que, com les altres facultats, s'adquireix progressivament. En els primers dibuixos infantils tot està reduït a dues dimensions: la representació dels objectes i les relacions espacials entre ells. Això és així perquè la tercera dimensió no està continguda en el pla de representació –un full de dibuix només permet la representació directa d' x i y – i l'infant no ha incorporat les nocions pròpies de la representació espacial tridimensional (Arnheim, 1987: 162). Això no significa que no percebi el món d'aquesta manera; simplement, fa una traducció del que veu a la bidimensionalitat (Arnheim, 1987: 160). Però, progressivament, l'infant s'adona que aquest mètode de representació no és totalment satisfactori perquè, sovint, pot portar a confusions sobre el significat d'un mateix dibuix (Arnheim, 1987: 161).

En relació amb la representació de la tridimensionalitat, els ordinadors presenten una situació una mica més complexa que la del full de dibuix, precisament a causa de la virtualitat de les informacions que contenen. Imaginem que volem representar un temple grec. Dins l'ordinador aquesta informació té una doble naturalesa, imposada per l'estructura de les computadores i per la interfície de sortida. A l'interior de l'ordinador, les imatges no existeixen com a tals sinó que estan constituïdes per números; però, a l'hora de transmetre la informació a la persona que és asseguda al davant de la màquina, es fa a través d'una pantalla, en que els números s'han convertit en píxels, el conjunt dels quals forma una imatge en què nosaltres reconeixem un temple grec. La RV de tipus *WoW* també intentarà superar, sense poder-se'n desvincular mai del tot, el fet que

una pantalla d'ordinador hagi heretat la bidimensionalitat de les representacions pictòriques: només les dues primeres dimensions són immediates. Així doncs, quan generem models tridimensionals, la virtualitat de la informació pot contenir efectivament tots els punts de vista d'un objecte però, a l'hora de fixar una perspectiva, el processador de l'ordinador aplicarà les mateixes "trampes" de perspectiva que feien servir els mestres de la pintura barroca, per posar un exemple. L'única tècnica per superar realment aquesta tridimensionalitat plana és fent que surti de la pantalla de l'ordinador, és a dir, a través de l'holografia. Fixem-nos que aquesta i no pas la RVI o la RA és la veritable solució tridimensional perquè tant en l'una com en l'altra les imatges segueixen depenent d'una pantalla plana. En el cas de la RVI, la tercera dimensió està formada per l'espai que creen un conjunt d'imatges planes projectades de manera que envoltin l'observador/a. En el cas de la RA, les imatges es superposen a una realitat que també és plana perquè, per tal de poder fer efectiva la superposició dels dos móns, ha hagut de ser capturada per l'ordinador. Només en la RH es produeix un augment de la realitat dins la pròpia realitat però, per exemple, en el cas del *workbench* encara necessitem unes ulleres especials per percebre la tridimensionalitat.

Tornant a la qüestió de la representació de qualsevol objecte en el pla per part dels nens i nenes, Arnheim defensa que la barreja d'orientacions que realitzen no es pot considerar una manca de realisme projectiu sinó que, al contrari, es tracta d'una adaptació totalment lògica a les condicions espacials que imposa el full de dibuix: està descomponent la realitat en una successió d'aspectes parcials, una mica a la manera d'una projecció cinematogràfica (Arnheim, 1987: 163). Per això, en un primer moment, el nen o nena representa una casa només vista des de davant; més endavant hi afegeix el lateral, però el dibuixa mitjançant un rectangle, en perspectiva ortogonal. Més endavant, aquesta solució li semblarà poc satisfactòria i incorporarà de bon grat la representació obliqua, perquè confereix al dibuix una major sensació de profunditat (Arnheim, 1987: 164). Tal com veiem, aquesta no pot ser una forma de representació espontània perquè constitueix un procediment indirecte, és a dir, que la tercera dimensió s'aconsegueix a través d'una distorsió de la bidimensionalitat que, al principi, molts nens i nenes rebutgen perquè els sobta; curiosament, no la troben natural. Aquesta és la mateixa evolució que segueix la representació de la profunditat en l'art pictòric occidental a partir de l'època gòtica i que no prové d'una millor percepció de la realitat sinó d'una manera de resoldre el problema de com representar-la. A nosaltres ens sembla que és així perquè el nostre context cultural ens educa per concebre com a natural aquesta forma de representació de la realitat.

Les conclusions principals que s'extreu de tot això són dues. En primer lloc, que la projecció perspectivista no és l'única ni la manera natural de representar el món perquè el nostre sistema treballa formant mapes de propietats que es connecten a un nivell cognitiu superior. Per tant, el problema no es troba en la percepció sinó en la representació bidimensional posterior, la qual cosa ens porta a la segona conclusió: el fet que la representació del món no és una conseqüència immediata, espontània, de l'observació de la realitat, sinó que es tracta d'una construcció que depèn de tres variables, la percepció sensorial del món, l'elaboració d'aquesta experiència des del punt de vista visual i intel·lectual i la seva conservació a través de la memòria (Arnheim, 1987: 166). El punt clau d'aquest raonament és la manera com es produeix l'adquisició de noves dades: es fa en un entorn cultural, que imposa la seva manera de representar el món i, normalment, l'ensenya en el seu entorn educatiu corresponent.

Així doncs, la representació perspectivista no és natural, com s'ha afirmat en algunes ocasions perquè no respecta moltes de les propietats dels objectes: els deforma, els amaga, etc. Tampoc no es pot associar completament a la nostra percepció de la realitat perquè ja hem vist que una cosa és el patró impressionat a la retina i una altra, el resultat cognitiu d'aquesta estimulació. Per a Arnheim, la perspectiva occidental era una convenció purament arbitrària. Jo matisaria aquesta opinió, a la llum de les dades provinents de la Psicologia de la percepció, per afirmar que, efectivament es tracta d'una convenció, però que no és totalment arbitrària, entès aquest adjectiu com a sinònim de no guardar cap relació amb la realitat. La perspectiva és una transformació geomètrica destinada a reflectir en dues dimensions un món tridimensional i el sistema que s'ha triat és la projecció de tots els punts sobre un pla. Aquesta es pot considerar una de les formes de representació més “exactes” o, encara millor, més “eficients” perquè, tenint en compte que cap sistema no pot preservar totes les invariants del camp visual i n'ha de triar una o dues¹⁴⁵ –que són les que el caracteritzen–, el perspectivisme reflecteix bidimensionalment l'estructura del camp visual (Durand, 2002: 114). La confirmació provindria de la fotografia que, després de quatre segles de perfeccionament de la perspectiva pictòrica, reproduïa, a través d'un altre sistema totalment diferent, els mateixos principis bàsics (Lillo, 1993).

Per tant, podem concloure que l'evolució cultural ha evidenciat certs continguts mentals que espontàniament eren inaccessibles a la consciència i els ha desenvolupat com a sistema convencional de representació visual de la realitat. Això significa que **dins** la nostra cultura occidental, ens trobem davant la manera més realista de plasmar el món. I això és així, no pas perquè el realisme sigui un valor absolut, sinó per motius històrics, perquè la influència de concepció científica en la cultura occidental ha associat els dos elements i ha tendit a rebutjar qualsevol altra forma de representació que no contingui estrictament aquestes invariants: s'ha emfasitzat l'exactitud en detriment de la riquesa de la informació. Tot i amb això, el sistema perspectivista presenta un avantatge i és que es tracta d'una bona aproximació o estimació bàsica de la realitat que permet fer afegits en funció dels objectius. Aquí és, precisament, on el dinamisme i el potencial metafòric i hipertextual de la RV, així com les tècniques del NPR, podrien jugar un paper per ajudar a superar les limitacions del fotorealisme i augmentar les seves aptituds comunicatives.

II.3.4.10.4. Quin realisme per a la RV?

Hill (Hill, 1996: 83) defineix el realisme com

“la credibilidad objetiva que desprenda el mundo diseñado y creado”

i considera que és un element imprescindible perquè el món virtual funcioni i tingui utilitat, ja que (Hill, 1996: 84)

“el usuario aceptará siempre de mejor grado todo mundo virtual que tenga unas referencias directas con el mundo real”.

¹⁴⁵ Per exemple, alguns sistemes preserven l'alineament –els gràfics– i d'altres, el paral·lelisme –la projecció ortogràfica– però, per exemple, la perspectiva no pot preservar la mida relativa o la simetria de les esferes (Durand, 2002: 114).

Després de tot el que hem vist fins ara, podem afirmar que existeix el realisme en RV? Jo crec que s'ha demostrat que hi intervé un component subjectiu transcendental i que, conseqüentment, no es pot emprar l'objectivitat com a element de referència. Més aviat hauríem de parlar de si s'ajusta a la nostra concepció occidental de la percepció de la realitat, que nosaltres considerem natural, realista i objectiva.

Llavors, la següent qüestió que es planteja és si el realisme és important o no. La resposta és que depèn de l'objectiu de la reconstrucció. Si volem substituir la realitat, llavors és difícil però imprescindible que el món virtual simuli el real en tots els detalls, és a dir, que tingui una aparença versemblant; si, en canvi, volem modelitzar-la, llavors el realisme dependrà de les dades disponibles i el coneixement que es vol obtenir. És més, en el cas de la didàctica, com demostren el “*Non-Photorealistic Rendering*” o la *Low Cost VR* –en parlarem en les conclusions de l'apartat sobre la transmissió del coneixement arqueològic al museu–, el realisme fotogràfic no sempre és la millor solució gràfica, ja que, en primer lloc, la capacitat de distingir i processar la informació visual augmenta amb l'edat –els llibres per infants contenen dibuixos plans i molt senzills perquè el més important és l'adquisició de conceptes, la comprensió de relacions bàsiques, etc.– i, en segon lloc, perquè ens pot interessar, en un moment donat, ressaltar una informació concreta. Així doncs, contràriament al que afirma Philippe Coiffet, el realisme figuratiu no és un valor absolut, necessari i imprescindible per la comprensió de l'escena, sinó que dependrà de l'objectiu de la reconstrucció. L'autor afirma (Coiffet, 1995: 37) que com més s'assembla al món que nosaltres estem acostumats a veure, més ràpidament entenem l'escena però oblida que el nostre sistema cognitiu està preparat per treballar amb informacions sobre la realitat que presenten nivells diversos d'abstracció i que, tal com veurem en repassar els “Estudis específics sobre RV i aprenentatge”, alguns dels pocs experiments dedicats a aquest tema han demostrat que certes informacions es transmeten millor a través d'imatges no realistes (Gooch i Gooch, 2001b; Gooch i Willemsen, 2002). Si la RV es limités simplement a reproduir el món real amb un isomorfisme total, perdria la major part del seu potencial com a eina científica.

Creo que cal canviar la concepció del realisme que l'associa al figurativisme perquè és limitadora. Tal com afirmen Manuel Alonso i Luis Matilla (Alonso i Matilla, 1997: 75), una imatge serà una representació fidel del seu referent quan sigui capaç de substituir adequadament la seva presència, o quan la seva acció aconsegueixi transmetre'n el significat de manera ajustada. Això no descarta l'abstracció perquè el realisme es basa en la correspondència entre el significat que l'emissor/a pretén transmetre i el que nosaltres interpretem. És a dir, que la fidelitat no s'ha de mesurar respecte de l'objecte sinó respecte de la intenció: no té a veure amb la iconicitat sinó amb la capacitat comunicativa, que és, precisament, la principal funció de la RV i que s'ha desenvolupat a través del *NPR*, al qual em referiré més extensament a les conclusions d'aquest capítol, dins l'apartat de “La interactivitat als ordinadors”. Per tant, en contraposició al “realisme figuratiu”, és millor optar pel “realisme funcional”, que es distingeix del primer pel fet que proporciona coneixement sobre les propietats i relacions dels objectes, amb la qual cosa permet a l'usuari comprendre informacions no evidents (Gooch i Willemsen, 2002: 105).

Pel que fa al públic general, cal desterrar la idea que la RV és com una pel·lícula perquè les imatges mai no podran ser tan realistes: no es tracta d'una filmació sinó d'una simulació generada per ordinador. Perquè en el cas dels dibuixos animats tothom

està disposat a fer una suspensió de la incredulitat, mentre que en el cas de la RV es queixen de la poca versemblança visual? Probablement perquè amb els primers tothom accepta que són dibuixos, mentre que esperen que la segona sigui tan realista com una pel·lícula perquè desitgen tenir una màquina del temps que els traslladi als “misteris” del passat. Tal com també afirma Lidunn Mosaker (Mosaker, 2001: 1), els avanços tecnològics segueixen aquesta concepció i les darreres tècniques d’il·luminació per “radiositat” produeixen uns resultats pràcticament indistingibles de la realitat. Això no obstant, s’ha de remarcar que aquesta sofisticació es limita a imatges estàtiques i per aquest motiu no es pot considerar RV.

A més de la llum, els altres elements que contribueixen a augmentar el realisme en una reconstrucció virtual són les ombres, el so, la presència de persones i, sobretot, les textures (Roussou, 2003: 50). Una altra característica de les darreres tècniques de modelització és que les textures són fotogràfiques, la qual cosa confirma la tendència de les representacions occidentals a voler captar “objectivament” la realitat. Això implica unes connotacions filosòfiques dignes de ser breument considerades. L’aparició de les textures fotogràfiques ha accentuat la tendència de la RV a representar només superfícies. Això significa que hem esquematitzat al màxim la forma i hi hem enganxat uns “papers pintats” que simulen la resta de característiques de l’objecte –fins i tot les espacials, com per exemple el volum– i, per tant, tota la realitat queda reduïda a allò que es veu, a les aparences superficials. Per sort, l’altra gran característica de la RV, la interactivitat, permet superar aquesta superficialitat de les imatges estàtiques perquè obliga a tenir en compte les característiques internes dels objectes, que es manifesten en el seu comportament. Això no obstant, aquestes dues entitats de l’objecte, la potència i l’acte, estan emmagatzemades a l’ordinador per separat i en formats diferents: un de tipus icònic i un de tipus programatiu.

Perquè, per altra banda, la RV és més que una imatge, és una imatge dinàmica i interactiva. En aquest cas, doncs, el realisme no només es mesura a partir de la imatge que apareix a la pantalla sinó de la seva capacitat de simulació del comportament del món. I, juntament amb la interactivitat, també hi ha la immersió: com més ben simulades estiguin les informacions sensorials que ens n’haurien d’arribar i més s’aconsegueixi crear la sensació de presència, més fidel a la realitat ens semblarà. La interactivitat, la immersió i el realisme són tres paràmetres definidors de la RV que es superposen i el grau d’ajustament entre ells està en funció de la capacitat de satisfer els requisits d’implementació de tres elements:

- El món: isomorfisme de la reconstrucció.
- L’usuari/a: ergonomia. Adaptació al funcionament fisiològic i psicològic dels sentits, confort.
- La nostra relació amb ell: punt de vista egocèntric, possibilitat de manipulació i navegació, immersivitat (sensació de presència).

En el fons, el realisme conté els altres dos paràmetres ja que, com més interactiva sigui una reconstrucció i més sensació de presència permeti, més realista la considerarem. En altres paraules, entenem el realisme com una mesura de la proximitat de la simulació a respecte del món real i, per tant, estem presentant sota una altra forma la concepció de Steuer (Steuer, 1995), que ja havia explicat a l’apartat sobre la RV com

a mitjà de comunicació. Aquí el que ens interessa és superar la comparació directa amb la realitat: novament, el concepte clau no és tant la simulació com l' "augment" ("enhance") de la realitat.

II.3.5. La Realitat Virtual i els altres sentits

II.3.5.1. Introducció

Tot i que no estan tan desenvolupats com el canal visual, la RV també treballa amb els altres sentits i, de fet, és en aquest àmbit que, actualment, s'està desenvolupant la recerca més fecunda. Nosaltres ens n'ocuparem en la mesura que contribueixen a la immersió en l'entorn virtual, és a dir, que responen a la pregunta sobre si la RV simula adequadament la nostra percepció, hipòtesi que havia plantejat quan introduïa l'explicació sobre la RV i la percepció visual.

II.3.5.2. El so

La vista és un dels sentits més importants en la nostra vida diària i també és el principal canal de comunicació que explota la RV. El segon més important és la oïda, ja que ens permet obtenir informació sobre l'entorn com ara la naturalesa o la localització dels fenòmens, sense comptar la imprescindible capacitat de comunicació (verbal) entre les persones. És per aquest motiu que els museus fan servir cada cop més els mitjans "audiovisuals" com a eines d'aprenentatge. El so està caracteritzat per tres variables: la freqüència, l'amplitud i la fase (Munar i Rosselló, 1999: 441). Qualsevol variació continuada d'un o més d'aquests paràmetres proporcionarà una percepció dinàmica, com és el cas de l'estereofonia. En aquest sentit, la percepció auditiva del moviment es pot definir com (Munar i Rosselló, 1999: 438)

"La capacidad auditiva que nos permite detectar el movimiento y, a la vez, captar una serie de atributos relacionados con dicho movimiento, como por ejemplo la dirección, la velocidad y la posición en un momento concreto"

El nostre cervell sap d'on ve un so perquè "calcula" i compara el volum i el temps que triga a arribar a cadascuna de les orelles. Per aquest motiu, la RV hauria de fer servir els sons no només per transmetre explicacions verbals de tipus oral o com a simple ambientació sinó, aprofitant l'especialització de determinades regions corticals en la detecció del moviment acústic (Munar i Rosselló, 1999: 442), per generar percepció de presència, de moviment, etc. En altres paraules, perquè la reconstrucció produeixi una sensació de realisme. Aquest és l'efecte que busquen les sales de cinema quan instal·len costosos sistemes de "dolby surround": el so ens envolta i augmenta la nostra impressió de trobar-nos implicats dins les imatges, dins la història que ocorre a la pantalla. Però hi ha una diferència fonamental, que en dificulta la implementació: especialment en el cas de la RVI, nosaltres no estem immòbils.

El so en relleu es pot simular virtualment perquè coneixem la naturalesa dels fenòmens i materials que formen l'entorn virtual i podem calcular la posició del cap de l'usuari/a a mesura que s'hi desplaça; llavors la triangulació permetrà a un sintetizador

reproduir els dos sons que s'enviaran als auriculars aplicats a cada orella (Coiffet, 1995: 58). De totes maneres, la realitat no és tan senzilla, ja que ens trobem amb dos tipus de problemes, un de físic i un de tecnològic. En el primer cas, no es poden tenir en compte totes les fonts de reflexió i absorció d'una escena perquè la seva quantitat pot ser molt gran; en conseqüència, els models de comportament de les ones sonores han de ser selectius i aproximats. En segon lloc, el sistema auditiu humà és extremadament sensible a les variacions i és molt costós per al sistema calcular en temps real les modificacions produïdes pel moviment del cos, del cap de l'usuari/ària i dels objectes de l'escena.

En el món virtual, el so acostuma a servir per la verificació del comportament dels objectes previst a partir de les informacions visuals (Coiffet, 1995: 61), però també informa d'esdeveniments que no veiem. En el cas de l'Arqueologia, això es podria aplicar a l'aprehensió global d'un entorn complex, l'extensió del qual sobrepassa el cap de visió humà, i seria interessant per apropar els estudis del paisatge a una concepció més postmoderna. Però també el so també pot ajudar a la realització d'una tasca que implica precisió, a través d'un codi arbitrari d'indicacions sonores que varien el timbre o la intensitat. En Arqueologia podria indicar la proximitat d'un element determinat, o bé ajudar en la simulació d'una tasca motora, com per exemple les construccions arquitectòniques.

II.3.5.3. El tacte

El tacte és un dels sentits més complexos perquè no només involucra tot el cos sinó que també comprèn sensacions de naturalesa molt diversa, com ara la pressió, la temperatura, l'equilibri, la direcció, la textura, la forma... El tacte pot aportar informacions redundants, que confirmen les conclusions extretes visualment o bé pot aportar informacions complementàries, és a dir, imprescindibles per a la realització de la tasca (Coiffet, 1995: 45). A l'hora de simular el tacte, la recerca en l'àmbit de l'enginyeria s'ha centrat principalment en la mà –perquè és una de les formes característicament humanes de la manipulació del medi– i ha desenvolupat mecanismes que reproduïen la seva capacitat prènsil i la sensació de forma, pes i resistència que ofereix l'objecte. Veiem, doncs, que novament es combinen els fenòmens propis del nostre cos i les forces físiques que manifesten el comportament de l'entorn.

Encara que pugui semblar que amb la vista n'hi ha prou, des dels anys 60, els laboratoris que treballaven amb la teleoperació es van adonar que sovint el procés era més difícil d'executar perquè no es podia sentir allò que s'estava fent (Coiffet, 1995: 52). En el cas de l'Arqueologia, això també és cert, especialment en l'àmbit del treball de camp, a l'hora de qualificar la textura d'un sediment o la granulometria d'una ceràmica. La simulació tàctil aplicada a l'Arqueologia ha estat experimentada per alguns enginyers amb l'objectiu de simular excavacions¹⁴⁶ però també es podria aplicar, per exemple, a la resolució de problemes com ara el nombre de persones i les tècniques necessàries per moure megalits, l'ús simbòlic de la llum i l'espai dins un monument

¹⁴⁶ Aquesta va ser la proposta presentada per un enginyer a l'ICHIM 2003 amb la idea d'emprar la simulació com a dispositiu per als museus arqueològics. Tanmateix, com tornaré a afirmar més endavant, a les conclusions subsegüents i en el capítol sobre aprenentatge, és més adequat –i, en aquest cas, tampoc no és tant costós–, fer servir simulacions reals perquè s'aprecia molt millor la realitat de l'excavació arqueològica.

arquitectònic, etc. de manera que a l'aspecte purament visual, també s'hi afegiria el tàctil com a àmbit de recerca possibilitat per la seva quantificació i simulació computacional.

II.3.5.4. L'olfacte i el gust

Des dels orígens, la RV, com a reconstrucció completa de la realitat, va voler incloure tots els sentits per produir una simulació el màxim de realista: això era possible en el Sensorama de Morton Heilig, que integrava diversos instruments per generar les diferents informacions sensorials. Però, en el moment que intervenen les computadores, els sentits químics són els que presenten més dificultats de simulació perquè no es poden generar directament a partir de la interfície de la màquina: simplement, un ordinador no contempla la possibilitat de comunicar-se fora del codi visual - verbal. Per a un ordinador, és més fàcil analitzar les partícules químiques que defineixen una olor que no pas generar-lo i, com a molt, pot donar ordre a un aparell específic perquè, en un moment determinat, expulsi una essència vers l'espai en què es mou l'usuari/ària, amb la finalitat d'augmentar la sensació de realisme.

Philippe Coiffet considera que es tracta de dos sentits secundaris (Coiffet, 1995: 62) però, no hi estic del tot d'acord especialment en el cas de la immersió i l'aprenentatge: l'olfacte és el sentit que té més capacitat evocadora, més i tot que la vista i l'oïda, però el que passa és que funciona a un nivell més inconscient i, per tant, els seus mecanismes són més desconeguts i difícils de quantificar. La veritat és que l'olfacte és un sentit poc desenvolupat per l'Arqueologia acadèmica, però pot resultar un complement inestimable si es simulen contextos històrics: imaginem, per exemple, l'efecte sobre la mainada d'un passeig virtual pels carrers de Pompeia en què, a més de veure els edificis i les persones treballant i de sentir el so d'una ciutat en ple funcionament, pogués sentir olors específiques –com ara el pa als forns, el vi a les premses, el *garum* a la factoria de salaons, el menjar dels *thermopolia*– o descobrir l'enorme contrast entre els barris segons les activitats industrials que s'hi duïen a terme –els tints de les *fullonica*, les fortes olors dels assaonadors de pells, la fosa del ferrer, etc. Però, altra vegada, insisteixo, la finalitat d'incloure aquest sentit no és el realisme perquè sí, sinó amb una finalitat didàctica. És per aquest motiu que, si realment podem –perquè tenim les dades necessàries– recrear un ambient passat, ara com ara –atès l'estat de la tecnologia– val més fer servir una presentació real com la del Jorvik Viking Center de York, que no pas una cosa híbrida com un sistema de RVI amb olors incorporades. I si el que es busca és la interacció, a més de la simple presentació visual, l'ús d'actors i actrius per proporcionar uns resultats excel·lents.

II.3.5.5. Conclusions: què simula la Realitat Virtual?

Tom Hayward opina (Hayward, 1993: 12) que la funció de la RV és millorar la nostra comunicació amb les màquines i que, per aconseguir aquesta tasca, simula la nostra manera de percebre el món, de relacionar-nos amb ell. Aquesta és la hipòtesi inicial que llanço a l'aire i que contrastaré en aquest apartat que, encerta manera, serveix de conclusió a la reflexió sobre la RV i la percepció.

Els sentits ens informen de l'existència de les coses i la consciència considera com a prova vàlida de la seva realitat l'experiència sensorial viscuda (Coiffet, 1995: 31). Les reconstruccions virtuals simulen computacionalment un món que vol imitar la realitat física però que mai no podrà apropar-s'hi ontològicament. Per tant, el que fa la RV és “enganyar” el nostre sistema cognitiu proporcionant sensacions similars a les que provocarien els diferents estímuls. La RV no simula pròpiament el món sinó la seva aprehensió a través dels sentits. Dit d'una altra manera, no reproduïx l'estímul distal sinó el proximal o, més exactament, algunes de les característiques de l'estímul, aquelles més adequades per la seva representació distal¹⁴⁷. La RV descompon els objectes físics en components elementals, aquells que constitueixen la representació proximal. En el cas concret de la vista, la RV surt especialment afavorida perquè treballa principalment amb material geomètric i cromàtic: l'ordinador tradueix les característiques de forma, posició, color, etc. al codi binari per tal que pugui ser processat, és a dir, que hem informatitzat els estímuls sensorials bàsics corresponents a aquell objecte concret. Per tant, en certa manera sí que simula la realitat però no pas la realitat independent de nosaltres sinó aquella que pot ser filtrada pels nostres sentits i, conseqüentment, aquests li imposen la seva forma. En el fons, aquí s'hi amaga un problema de tipus kantianà perquè es pot plantejar la mateixa qüestió en termes filosòfics, com a descomposició i simulació de la causalitat. Nosaltres coneixem els efectes, el resultat de la percepció i intentem que l'ordinador en reproduïxi la causa però, en realitat, no estem reproduint l'origen del fenomen sinó el seu resultat perquè estem simulant la nostra pròpia percepció ja que no coneixem la naturalesa de l'objecte *per se*. Per tant, el que fem és conferir a aquesta conseqüència l'estatus de causa i afirmar que la RV simula el món real quan, en realitat, ens està simulant a “nosaltres”.

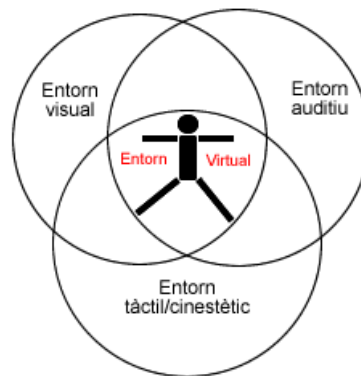


Figura 49: L'entorn sensorial de l'ésser humà es percep com una globalitat però la virtualitat computacional els simula separatament.

L'altra particularitat de la RV en relació amb la percepció és que imposa una discretització dels sentits, com mostra la figura, els simula separatament. Una prova d'aquest fet es troba a l'evolució tecnològica de la RV que, com hem vist a la secció corresponent, està caracteritzada pel desenvolupament de diverses línies paral·leles,

¹⁴⁷ Aquest és un terme encunyat per Pylyshyn per referir-se a la representació del món que crea el nostre sistema cognitiu a partir de la informació que li arriba dels sentits i les interpretacions realitzades amb l'ajut de les dades emmagatzemades a la memòria. La representació proximal correspon al nivell de processament primari, que s'ocupa de les característiques estimuladors més bàsiques de manera automàtica i inconscient. Ho veurem a l'apartat sobre l'existència de les imatges mentals.

dedicades a les pantalles, als braços articulats, als guants, a les cintes caminadores... És a dir, que la recerca tecnològica és especialitzada, es dedica separadament a la creació d'interfícies per als diversos àmbits sensorials. Que la simulació del món sigui equivalent a la simulació independent dels estímuls que arriben als nostres sentits implica una concepció concreta de la percepció en general, una concepció tradicional, que l'entén com un procés unidireccional caracteritzat simplement per l'estimulació dels nostres receptors. Però els sentits no són únicament una excitació dels òrgans sensorials, sinó que són interdependents i estan lligats a funcions psicològiques diverses i complexes, que es podrien recollir en la propiocepció, la consciència de presència corporal i cognitiva en el medi. Aquesta és una sensació subjectiva, una manifestació mental integrada, difícilment convertible en una mesura fisiològica objectiva i mesurable (Kalawsky, 1993: 3). Per aquest motiu podem afirmar que la simulació per separat i combinació a posteriori és un esquema massa simple. Sobretot perquè la integració no es produeix en el medi –tal com succeiria a la realitat– sinó que l'hem de realitzar nosaltres mateixos/es, per agregació cognitiva dels diferents *inputs* sensorials.

També és cert que això dependrà del tipus de RV: en el cas del *WoW*, nosaltres percebrem la reconstrucció com una cosa aliena, un món presentat a través d'una finestra del qual ens arriben informacions audiovisuals; en el cas de la RVI, com més s'apropi al tipus CAVE, més integrades seran les sensacions perquè provindran d'un espai envoltant, similar a la realitat. Però, en aquest cas, el problema vindrà de la informació tàctil, que no es pot simular dins un espai que és real. Llavors haurem de recórrer a la combinació d'*HMD* i *Dataglove*, que proporcionarà una estimulació més realista però a costa de segregant al màxim els estímuls. Aquí tenim una altra mostra de com funcionen les computadores, que necessiten atomitzar-ho tot per poder-ho calcular. Així doncs, la simulació dels sentits depèn de la seva possibilitat de traducció a la lògica simbòlica computacional. Com que en origen les computadores actuals van ser concebudes com una interfície visual basada en la comunicació abstracta –verbal i algebraica–, la forma de la màquina determina quins sentits es simulen millor: per això els sentits químics són difícilment integrables a l'ordinador.

La resposta a la pregunta plantejada inicialment és que la RV no simula pròpiament la realitat –com afirmen la majoria d'autors/es que s'ocupen del tema– sinó la seva representació proximal; i que tampoc no simula exactament el nostre sistema perceptiu, tot i que hi ha molts elements comuns, perquè imposa una discretització aliena a la nostra realitat com a éssers sensorials en constant interacció amb el medi. Però la reflexió que jo em plantejo al final de tot és la següent: per què tant d'esforç a simular amb el màxim de realisme possible, quan la realitat és sempre millor? Més rica, més detallada, abastable des de diferents punts de vista, completament immersiva... Cal que la simulació estigui justificada, que tingui una finalitat fora de la reconstrucció per ella mateixa. Tenint en compte les limitacions que imposa la interfície computacional, crec, com ja he comentat a la secció on definia la RV, que aquesta finalitat ha de basar-se en les característiques dels ordinadors i aprofitar al màxim el potencial de la virtualitat computacional. En el cas concret de l'Arqueologia, es tracta de transcendir les lleis espàcio - temporals. Per què intentar simular virtualment una excavació quan està demostrat des del punt de vista museològic i cognitiu que és molt més profitosa l'experiència real? Tocar el sediment, fer servir la catalana i el pinzell, garbellar, examinar amb la binocular... res no pot substituir l'experiència completa de l'excavació arqueològica i sempre és més barat introduir a la sala del museu una simulació tangible de pocs metres quadrats que no pas desenvolupar costosos aparells de retorn tàctil que

sempre seran incomplets. Aquesta limitació demostra que la RV té una funció concreta, la simulació de la realitat d'acord amb les possibilitats de l'ordinador i amb l'àmbit o objectiu a què es destina que, en el cas de l'Arqueologia és la manipulació espacial i temporal.

II.3.6. Aspectes cognitius de la percepció visual

II.3.6.1. Relació entre cognició i percepció

El debat sobre la relació entre percepció i cognició és important perquè tanca la reflexió sobre el concepte de percepció obert amb la revisió històrica del concepte, però sobretot perquè conté la llavor del debat que ens interessa en aquest moment: si la RV és útil des del punt de vista cognitiu perquè simula la nostra manera de pensar, és a dir, si pensem amb imatges. L'explicació sobre com es produeix la percepció i la seva relació amb la cognició constitueixen, respectivament, la base de coneixement prèvia i la clau de volta per atacar plenament la reflexió final sobre la utilitat teòrica de la RV des del punt de vista semàntic. De moment, ens centrarem en establir els límits entre percepció i cognició.

Un objectiu com aquest no és una empresa fàcil, ja que, en el fons, equival a definir el propi concepte de percepció i, com hem vist, s'ha intentat al llarg de tota la història de la disciplina, sense que s'hagi arribat a un consens. A més, no es tracta d'una simple definició lèxica, sinó que és el resultat final de tot un model explicatiu del funcionament del cervell. Això significa que s'hi involucren altres elements a més de la percepció, com ara el llenguatge, la consciència, la memòria, el sistema representacional, etc. A l'hora de la veritat, respondre a aquella pregunta formulada al principi sobre la idoneïtat de la RV des del punt de vista perceptiu, implica decantar-se per una teoria funcional del sistema cognitiu humà. I aquesta qüestió ha suscitat un debat històric amb conseqüències i ramificacions molt diverses, entre les quals hi ha la de les representacions mentals, que és el final del nostre viatge. En els darrers temps, el debat s'ha polaritzat al voltant de dues postures, la cognitiva i l'ecològica que, com veurem, en alguns aspectes estan més properes del que sembla.

A priori, el sentit comú ens portaria a afirmar que, efectivament, hi ha d'haver una interrelació entre les experiències sensorials i el coneixement, ja que les experiències serveixen per construir-lo i aquest pot guiar l'obtenció de les primeres. Tanmateix, si preguntéssim a James Gibson, principal artífex de la teoria ecològica o de la percepció directa, la seva resposta seria taxativa i l'analitzarem per parts. En primer lloc, afirma que no hi ha cap relació entre percepció i cognició: es tracta de dos compartiments independents. Una evidència que podria recolzar la teoria de Gibson és la distinció de Milner i Goodale entre dues vies cerebrals de processament. Si la via ventral s'ocupa de la consciència i la dorsal del control visual - motor, bé podria ser que, efectivament, aquests dos aspectes funcionessin separatament. Però els estudis neurofuncionals han demostrat que les dues vies interaccionen molt estretament, i que fins i tot estan dividides en diferents subsistemes (Bruce, Green *et al.*, 2003: 405).

L'element fonamental per comprendre la teoria de Gibson és el concepte d' "*optic array*", el patró espàcio - temporal dinàmic que capten els sentits i que, precisament

perquè és dinàmic, conté totes les informacions necessàries –anomenades “proprietats invariants”–, que poden ser processades directament. Això fa que la sensació sigui l’única condició necessària per la percepció. Amb el temps, la millora de les tècniques d’experimentació psicofísica ha confirmat que les informacions bàsiques que entren pels nostres ulls no són simples elements estàtics, com ara línies i punts, sinó patrons dinàmics de llum (Bruce, Green *et al.*, 2003: 406). D’aquesta manera sembla que es reforça la teoria ecològica perquè, des del seu punt de vista, confirmaria que aquestes informacions estimuladors –i aquí es troba el punt de dissensió amb els cognitivistes– són suficients. Això no significa que no hi hagi processament al nivell cerebral. Gibson proposa que les xarxes neurals s’organitzen per tal de detectar les invariants però les seves explicacions consisteixen en afirmar simplement que cada agrupació de cèl·lules cerebrals està sintonitzada per captar un determinat patró estimular (Bruce, Green *et al.*, 2003: 407). Això és així perquè aquest nivell de processament no els interessa: opina que l’única funció que està directament vinculada amb la percepció i que, per tant, ha de ser considerada com a nivell explicatiu, és l’acció, entesa com a interacció directa amb el medi que té com a objectiu la supervivència. Per això s’anomena teoria ecològica.

L’altra aproximació, anomenada cognitiva, agrupa diversos models teòrics. La majoria opten per una solució intermèdia, que no rebutja la teoria de la percepció directa ni tampoc considera que la cognició sigui totalment independent de la percepció. Però també n’hi ha alguns que es troben a l’extrem diametralment oposat de Gibson. Aquesta és la postura que mantenen els models proposicionalistes: mentre que Gibson rebutjava qualsevol intervenció de l’intel·lecte en la percepció, els autors i autores proposicionalistes defensen la possibilitat d’estudiar i oferir models del funcionament del sistema cognitiu que no necessiten incloure la percepció perquè opinen que funciona segons una estructura semàntica amodal i, per tant, les imatges, que procedeixen de la percepció, no hi intervenen a un nivell fonamental. És cert que hi ha moltes funcions intel·lectuals que són independents de la percepció i, per tant, no hi hauria motius per incloure aquí aquesta explicació, però és rellevant des del moment que el debat es refereix específicament al funcionament i naturalesa de les representacions mentals.

Sense entrar en detalls perquè aquest debat es tractarà en profunditat quan parlem de les representacions mentals, els/les proposicionalistes consideren que la percepció només és un sistema d’*input* que alimenta el processador mental en determinades ocasions però, a l’hora de la veritat, tots els coneixements emmagatzemats a la memòria no depenen de l’exterior, sinó que han estat processats cognitivament, guardats sota una codificació semàntica i funcionen segons una estructura lògica. Aquest és el model de la percepció anomenat “unidireccional” (Mayor i Moñivas, 1992b). En canvi, els/les investigadors/es de les imatges mentals volen demostrar la comunitat funcional entre aquestes i la percepció perquè així reforcen el seu valor psicològic (de Vega, 1992: 267). Per això proposen un “model interactiu” de la relació entre cognició i percepció, en què la primera dirigeix la cerca, selecció i interpretació de la informació sensorial (Mayor i Moñivas, 1992b: 542).

Els models teòrics que he anomenat intermedis no rebutgen completament la teoria de la percepció directa però consideren que, com a reacció a les teories tradicionals, ha posat un èmfasi excessiu en l’aspecte ecològic i ha descarat la relació entre aquest nivell i el fisiològic. L’aspecte cognitiu no es pot considerar “irrellevant” perquè, tal com han demostrat els experiments psicofísics, el seu funcionament és molt més complex que la simple sintonització de grups de neurones. Postular una percepció

directa de l'entorn és vàlid si ho entenem com a sinònim de no conscient, és a dir, com a reacció envers les teories clàssiques que consideraven que la percepció era el resultat d'operacions aritmètiques realitzades a partir de caràcters discrets; però és un error si considerem que es refereix a l'absència de processos cognitius. Així doncs, la perspectiva cognitiva recupera l'assumpció tradicional que la percepció visual necessita crear representacions del món a partir de les quals realitzar processos d'inferència que permetin extreure o manipular la informació sobre el món. La diferència amb les teories de von Helmholtz és que ara aquests processos es consideren inconscients i tan complexos que s'han d'expressar com a algorismes matemàtics. Per tant, en aquest aspecte de la relació entre cognició i percepció, més que considerar-les enfrontades, podem dir que la teoria cognitiva omple els buits deixats per l'ecològica.

L'argument bàsic en defensa de la teoria cognitiva és que la participació del sistema cognitiu és necessari des del moment que s'ha d'interpretar un estímul que està codificat en un "llenguatge" diferent al dels centres de processament. La percepció es pot considerar una activitat cognitiva perquè transforma un tipus d'estímul en un altre mitjançant un seguit d'operacions intermèdies. La diferència amb la cognició d'ordre superior és que l'origen de les operacions simbòliques són les dades sensorials i tenen com a objectiu seva la interpretació. Aquesta mena de processos, que parteixen de les dades sensorials reben el nom de "*bottom-up*" i es caracteritzen pel fet de ser automàtics, inconscients, tenir la capacitat de treballar en paral·lel i estar restringits pel tipus específic d'informació que utilitzen per tractar les dades (García-Albea, 1999: 195). En el fons, la teoria cognitiva comparteix, en part, la definició de percepció com a procés "inferencial", plantejada per les teories clàssiques. Tanmateix, aquestes suposaven que l'observador/a era un agent passiu, que responia de manera més o menys mecànica als estímuls visuals però, posteriorment, es va demostrar que les expectatives amb què la persona s'enfronta al seu medi, així com el nivell d'atenció, que controla el moviment dels ulls i el cos (Bruce, Green *et al.*, 2003: 415), influeixen en la manera com el percep. Sovint, una mateix patró d'estimulació pot produir percepcions diferents, la qual cosa demostra que l'activació del procés de percepció no funciona únicament de baix a dalt, és a dir, de les dades al cervell, sinó que també funciona en la direcció inversa. Els experiments sobre velocitat de reconeixement han demostrat que, tot i que de vegades poden suposar un inconvenient, les expectatives simplifiquen el procés perquè permeten controlar la informació que prové de les imatges projectades a la retina i facilitar l'aparició de certs resultats (Arnheim, 1986: 105; Lillo, 1993: 453). Aquests són els processos "*top-down*", que mostren les característiques inverses als anteriors: són conscients, reflexius i disposen de tota la informació emmagatzemada a la memòria procedent dels altres compartiments del sistema cognitiu (García-Albea, 1999: 195).

Així doncs, la percepció humana és el resultat de la interacció entre ambdós processos. La qual cosa sembla lògica i no es contradueix amb la concepció ecològica defensada per Gibson, si pensem que ens trobem davant d'un procés principalment empíric: d'una banda tenim la informació sobre el medi i de l'altra els instruments – codificats genèticament i apresos – sense els quals seria impossible interpretar les dades per donar-hi una resposta adaptativa. Això no obsta perquè el nou coneixement s'incorpori al sistema cognitiu superior i es faci conscient de cara a futurs processos de percepció o purament intel·lectuals. Arnheim adopta un punt de vista extrem, oposat i alhora similar al de Gibson, quan afirma (Arnheim, 1986: 27) que

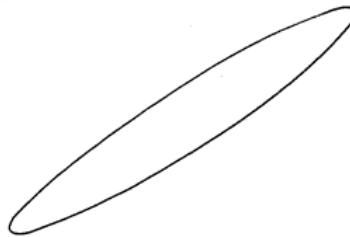
“... el conjunto de las operaciones cognitivas llamadas pensamiento no son un privilegio de los procesos mentales situados por encima y más allá de la percepción, sino ingredientes esenciales de la percepción misma”.

Així, segons aquest autor, dins el marc de la percepció no hi hauria cap diferència bàsica entre observar el món i pensar, perquè en ambdós casos es posen en marxa els mateixos mecanismes.

Un exemple concret del funcionament del sistema perceptiu, que ajudarà a comprendre les idees presentades fins ara, es troba en el model de reconeixement d'objectes d' Ellis i Young (Ellis i Young, 1988). Segons aquests autors, la percepció es pot dividir en dues etapes. En la primera, intervenen mecanismes bàsicament perceptius, que utilitzen, de manera paral·lela, la representació centrada en els objectes –claus pictòriques i “geons”– i la representació centrada en l'observador/a –claus no pictòriques– a partir d'una representació inicial. Tanmateix, el reconeixement dels objectes no serà possible si el resultat de la primera fase no activa la representació visual a la memòria, que està estretament relacionada amb el llenguatge. La memòria permanent posseiria unes descripcions dels objectes –similars a les “representacions centrades en els objectes” de la primera fase– que activaria els mecanismes d'evocació lèxica. Això s'explica perquè un concepte no conté només descripcions visuals, sinó que hi estan associats tot un seguit d'elements abstractes, que s'expressen a través del llenguatge. Així doncs, les unitats de reconeixement d'objectes farien de nexa entre els aspectes visuals dels objectes i la seva representació en el sistema semàntic (Lillo, 1993: 441). Els estudis psicofísics sobre rapidesa de reconeixement a partir de perspectives canòniques, així com l'observació de pacients amb lesions relacionades amb la percepció, aporten dades que confirmarien –si més no, parcialment– la validesa d'aquest model. Concretament, en el cas de l'agnòsia perceptiva, el fet que els pacients puguin dur a terme unes tasques i no unes altres, s'explicaria pel fet que la unitat de reconeixement d'objectes s'activa tant des de la representació centrada en l'observador com des de la representació centrada en l'objecte que, tal com hem vist anteriorment, poden funcionar simultàniament perquè les realitzen centres de processament diferents (Lillo, 1993: 456).



(a)



(b)

Figura 50: Constància de forma significa que quan veiem l'el·lipse (b) de la fotografia (a), interpretem que es tracta d'un cercle (Lillo, 1993).

Segons el model que acabem de veure, l'experiència prèvia o la memòria de les persones –en la qual l'aprenentatge juga un paper fonamental– és la que permet reconèixer un objecte independentment de la variabilitat de les condicions del medi (Arnheim, 1986: 97, 102-104). Per exemple, el fet d'haver après que les rodes són rodones és el que ens permet reconèixer un patró visual com el de la Figura 49 i pensar que estem veient un element circular i no pas el·líptic, malgrat que el patró espacial que es projecta a la retina ho és (Fischler i Firschein, 1987: 221). És més, els objectes més familiars tendiran a considerar-se normatius i les noves percepcions es compararan amb ells (Arnheim, 1986: 106). L'actuació de la memòria va més enllà del simple reconeixement de les coses i permet completar-les espacialment i temporalment, malgrat que no les percebem físicament. Per exemple, “sabem” que les pàgines d'aquest treball estan plenes de lletres encara que només veiem la que estem llegint, com també “sabem” que el dia va passant, encara que estiguem tancats vuit hores davant d'un ordinador sense veure el sol. Aquesta continuïtat mental estén la percepció més enllà d'allò que apareix sobre la retina (Arnheim, 1986: 100). La memòria està tan relacionada amb la percepció que Martin A. Fischler i Oscar Firschein afirmen (Fischler i Firschein, 1987: 37):

“To summarize our main observation, except for very short term sensory storage, the memory function is a complex activity that involves distinct modes of information partitioning, selection, and abstraction. It has all of the attributes of perception, and in fact, memory recall can be viewed as a form of internal perception. We do not generally retrieve a unique “token” in the exact form in which it was stored, but rather synthesize a “mental construct” (possibly from many different brain storage modalities) that is relevant to some purpose or ongoing process. The designation of perception, learning, and memory as distinct

brain functions is a simplification which masks the true nature and interrelations of these activities.”

Per tant, un acte perceptiu mai no es produeix de manera aïllada, sinó que correspon a la fase més recent d'una corrent d'actes similars que s'ha dut a terme en el passat i perviu en la memòria (Arnheim, 1986: 93). La capacitat d'emmagatzemar i recuperar informació es imprescindible per reconèixer objectes, modificar i utilitzar els paradigmes de relació amb el món, parlar... Gairebé totes les funcions del còrtex cerebral utilitzen un o altre tipus de memòria, la qual cosa ens demostra que la memòria no es pot considerar una simple base de dades sinó que es tracta d'un complex procés cognitiu. Una prova d'això és el fet que la memòria es localitza en punts molt diversos del cervell, concretament en les àrees associatives del lòbul frontal, temporal, parietal i occipital així com en certes parts del sistema límbic, especialment a l'hipocamp (Fischler i Firschein, 1987: 36).

El funcionament distribuït de la memòria i les seves ramificacions en diverses funcions superiors és una de les evidències que va permetre plantejar els primers models de l'estructura del sistema cognitiu. Aquests es podrien separar en dos grans grups, segons que defensin que es tracta d'un sistema unitari o bé modular. En el primer cas, representat per Anderson [(Anderson, 1983) citat a (de Vega, 1992: 268)], es postula que hi ha una continuïtat funcional entre percepció, llenguatge, consciència i altres operacions mentals perquè totes formen part d'un únic sistema de processament. La concepció modular, en canvi, considera que el sistema cognitiu és el nom genèric atorgat al conjunt de sistemes de processament dissenyats per realitzar funcions específiques (de Vega, 1992: 268). Jerry Fodor [(Fodor, 1983), citat a (de Vega, 1992: 268; García-Albea, 1999: 196)] va matisar aquesta dicotomia en un estudi que plantejava les línies principals per desenvolupar criteris i experiments que demostrassin l'existència d'uns sistemes d'entrada i uns sistemes centrals i la seva participació conjunta però diferida en la percepció. Un sistema modular presenta les següents característiques (de Vega, 1992: 268):

- És un dispositiu especialitzat de processament que té com a objectiu l'anàlisi d'un conjunt d'estímuls.
- No hi pot haver interferències d'altres sistemes.
- És obligatori, inconscient i automàtic.
- Presenta l'avantatge de ser ràpid i eficient, no demana esforç cognitiu però, en contrapartida, és rígid i poc intel·ligent perquè no està sota el control de la persona.

La percepció visual es desenvolupa des del primer moment del naixement i manté les mateixes característiques independentment del context cultural, per la qual cosa es pot afirmar que es tracta d'un sistema de processament incorporat biològicament (de Vega, 1992: 269). Analitzant el funcionament de tot el procés perceptiu ens adonem que només els sistemes d'entrada, que s'encarreguen dels processos bàsics de l'anàlisi perceptiva, posseeixen un caràcter modular, automàtic, inconscient; mentre que el sistema central, que rep l'*output* de qualsevol dels anteriors, presenta un caràcter global i interactiu, i implica processos conscients, que tenen com a resultat l'establiment de les

creences perceptives (García-Albea, 1999: 196). Tot i amb això, els experiments han demostrat que, tal com afirmava Bruner, el sistema no és totalment impermeable, ja que les concepcions prèvies poden influir en la interpretació dels estímuls (de Vega, 1992: 269). En conclusió podem considerar que la percepció visual es regeix segons un model de modularitat restringida, és a dir, que la impermeabilitat cognitiva i l'automaticitat es redueixen a algunes operacions, concretament a l'estadi inicial de la percepció, quan es duu a terme el processament de propietats sensorials de l'estímul distal i la seva transducció en atributs cognitius (de Vega, 1992: 274). Aquesta síntesi que resulta de la transducció és conscient i pot ser analitzada o transformada mitjançant operacions mentals que no són exclusives de la percepció visual, sinó que es tracta de mecanismes amodals que utilitzen qualsevol tipus d'informació perquè treballen amb representacions generades exclusivament pel sistema cognitiu (de Vega, 1992: 274).

Els experiments psicofísics d'Eagleman (Eagleman, 2004) es poden considerar una evidència en favor de la teoria modular, ja que han demostrat que hi ha una latència de 80 ms entre l'entrada de l'estímul i la seva consciència perceptiva. La seva explicació és que el cervell treballa modularment i cada centre va a una velocitat diferent; per això s'espera a reunir totes les dades possibles abans de donar una resposta perceptiva. Com he dit, aquests resultats confirmen, en primer lloc, la teoria de la modularitat del cervell. Però també demostra que no som simples receptors i receptores passius, tot i que sense arribar a l'extrem de la percepció directa que invocava Gibson: en aquest temps de latència, s'han produït processos cognitius en diferents nivells jeràrquics. Així doncs, la percepció no és lineal sinó que és el resultat de tota una sèrie de processos convergents que s'han iniciat abans i després de l'estímul.

II.3.6.2. Les representacions mentals

II.3.6.2.1. Primera aproximació al concepte de representació mental

Les representacions mentals es consideren el producte d'un subsistema cognitiu específic, encarregat de representar allò que aquest sistema general coneix. Tal com es defineixen a la bibliografia (Mayor i Moñivas, 1992a: 439), són

“...constructos teóricos que sirven para explicar y predecir la conducta de los organismos. Para la mayoría de los científicos cognitivos el sistema representacional juega un papel central en un sistema de conocimiento. Un sistema inteligente, pues, representa el conocimiento –ideas y pensamientos– por medio de símbolos y códigos.”

Així doncs, les representacions mentals són fonamentals per la supervivència dels éssers vius superiors, ja que els permeten interpretar el món i manipular aquest coneixement per resoldre situacions quotidianes. Tot i que s'ha pogut demostrar el seu ús en el cas d'alguns animals, els éssers humans, pel seu grau d'encefalització cortical, són els qui presenten un sistema més complex i dinàmic. Aquesta característica específica de l'espècie humana es manifesta a través de la producció d'artefactes, dels llenguatges, de la construcció de disciplines científiques, etc. És a dir, que nosaltres pensem gràcies a les representacions mentals.

Les representacions mentals poden ser de dos tipus: internes i externes. Les primeres es refereixen als codis i operacions del sistema cognitiu mental; les segones, a les manifestacions externes d'aquestes, que són els elements que acabo d'enumerar al paràgraf anterior¹⁴⁸. Tot i que aquesta relació consecutiva pot difuminar la diferència entre ambdues representacions, la distinció rau en el fet que en les externes els codis o les estructures són observables, mentre que en les internes la seva manifestació és indirecta (Mayor i Moñivas, 1992a: 265). Aquesta és una de les causes principals del debat entre cognitivistes i ecologistes, que ja he esmentat a l'apartat anterior però que aprofundiré més endavant.

Els sistemes de representació es poden caracteritzar a través dels següents elements (Mayor i Moñivas, 1992a: 264-265):

- **Domini:** defineix la part de la realitat a què es refereixen les representacions mentals. Poden ser molt específics, com en el cas de la cartografia o bé universals, com el llenguatge oral i escrit.
- **Codi:** el sistema representacional no copia literalment el món sinó que la informació es transforma a través d'un codi que preserva les dades, tot i que la correspondència no es perfecta. Els codis poden ser analògics –com els mapes, o la RV–o convencionals –com el llenguatge. A priori, la RV connectaria amb les representacions mentals a través d'aquest punt ja que es tractaria d'un tipus de representació externa destinada a resoldre problemes de tipus arqueològic.
- **Mitjà o suport:** es refereix al suport físic de la representació i normalment imposa un seguit de restriccions que afecten les unitats i l'organització interna.
- **Processos:** com que un sistema representacional no és estàtic, els processos designen totes les operacions de transformació o interpretació de les informacions sobre el món. Normalment, consisteixen en recombinacions, associacions, etc. que permeten organitzar les dades i, fins i tot, generar nou coneixement a partir d'aquestes.

Pel que fa a l'organització del sistema representacional i la seva relació amb els altres integrants del sistema cognitiu, el debat s'ha centrat en distingir si hi ha un únic sistema de processament central, abstracte i amodal –concepció proposicional, en alguns casos procedent de la I. A.– o bé múltiples sistemes més o menys independents, amb una modalitat específica, ja sigui només verbal i icònica; icònica, proposicional i verbal; icònica, proposicional i motora / procedimental; o, finalment, proposicional, analògica, procedimental i distribuïda (Mayor i Moñivas, 1992a: 440-441, 454). La diferència fonamental entre els diferents models ja no es troba en defensar o rebutjar l'ús exclusiu de proposicions o imatges –aquesta era la base del debat tradicional– sinó en situar a quin nivell s'homogeneïtza el codi de les diferents informacions sensorials.

Cadascuna d'aquestes propostes ha dotat el terme “representació” d'un sentit lleugerament diferent, des de la connotació clarament analògica de les imatges mentals, fins a la concepció més genèrica, que l'entén com qualsevol descripció simbòlica del

¹⁴⁸ Aquest ha estat el motiu pel qual he situat tot el capítol de percepció en primer lloc, fora de l'apartat de semàntica, tot i que, des del punt de vista de l'anàlisi semiòtica l'hi hauria d'haver inclòs: les representacions internes són anteriors i determinen la forma de les externes, entre les quals es troba la RV.

món. Per als connexionistes, “representació” es refereix als patrons no simbòlics d’activació de xarxes neurals que, d’alguna manera, “representen” un element real (Bruce, Green *et al.*, 2003: 408). Per a d’altres autors està clarament associat a les imatges externes. En aquest cas, l’inconvenient és que el terme indueix a una valoració restringida de les funcions que poden dur a terme (Mayor i Moñivas, 1992a: 266): no es tracta d’una simple plasmació icònica sinó, com he afirmat al principi del paràgraf, d’un sistema de còmput que permet “contenir” una part del món dins el cap per predir esdeveniments, planificar accions... és a dir, intervenir físicament en l’entorn.

II.3.6.2.2. Existeixen les representacions mentals?

Abans de passar al detall de les diferents teories sobre el sistema representacional, cal tenir en compte que no tots els autors donen per suposada la seva existència i és aquí on la teoria ecològica i la cognitiva sí que estan clarament enfrontades: la primera considera que la percepció no necessita representacions i la segona opina que, per tal de poder percebre el món, les persones necessiten fer-ne representacions. Això es deriva directament de la concepció de la percepció: havent observat el procés perceptiu dels animals, Gibson rebutja totalment la intervenció d’operacions mediadores perquè considera que tot es troba especificat a l’*“optic array”*. Això implica refusar la participació de la memòria o de l’atenció, perquè comporten una mediació de la percepció. El model cognitiu, en canvi, creu que la presència de representacions mentals es fa necessària des del moment que per sobreviure necessitem adquirir coneixement sobre l’entorn, però l’estímul distal es troba a l’exterior i és ontològicament diferent de nosaltres. Hem de fer-lo entrar dins del nostre cos per poder manipular la informació relacionada amb ell i d’això se n’encarreguen, en un primer moment els òrgans sensorials, que transformen l’energia estimular en impulsos nerviosos. Tal com han demostrat els estudis neurofuncionals, aquests arriben al cervell i allí són analitzats i distribuïts a diferents centres per al seu processament. A mesura que ens allunyem del còrtex visual primari, la preservació de la topologia externa desapareix i augmenta el nivell d’abstracció perquè es puguin realitzar les operacions pertinents en el context d’aquella tasca. Aquestes transformacions de l’estímul inicial no són altra cosa que les representacions mentals.

Z. W. Pylyshyn, uns dels principals defensors de la teoria cognitiva en el seu vessant proposicionalista, explica amb detall (García-Albea, 1999: 193-194) com es produeix aquest procés de traducció de l’estímul o, tal com ell l’anomena, de “transducció funcional”. Cal dir d’entrada que el seu model perceptiu està dividit en dues parts: la primera inclouria la percepció directa de Gibson, ja que consisteix en la captació directa dels estímuls visuals; la segona correspondria a la intervenció del sistema cognitiu, que operaria sobre la representació proporcionada per l’anterior. Així doncs, la primera transformació de l’estímul proximal es produeix al nivell dels òrgans sensorials que, mitjançant uns processos químics de “transducció sensorial”, transformen l’energia externa en impulsos nerviosos que s’envien al cervell. Aquests impulsos reben el nom de representació proximal perquè encara guarden bona part de les característiques topològiques de l’objecte. Però, per tal que la codificació neural tingui efectes perceptius, cal passar a una altra codificació que tingui un caràcter més simbòlic i, per tant, que permeti manipular formalment la informació. Aquesta és la funció de la transducció funcional i l’autor remarca, anticipant-se a la crítica de la teoria directa, que no es tracta d’una operació simbòlica sinó física, però que té com a resultat la producció

de símbols. Aquests reben el nom de “representació distal” i corresponen a la percepció final de l’objecte, mentre que la representació proximal coincidiria amb el nivell de percepció directa de Gibson (García-Albea, 1999: 195).

David Marr, amb la seva teoria de la computació natural especifica la manera com es produeixen aquests processos de transducció: en les primeres fases de la percepció es parteix d’una matriu de nivells de gris en què només s’especifica allò a què són directament sensibles els receptors –el patró lumínic– i, progressivament, es van introduint càlculs que permeten inferir els contorns, orientacions i altres característiques que configuren la forma i el volum d’un objecte percebut (García-Albea, 1999: 194). En el fons, aquesta concepció de la representació mental no és tan diferent de l’ecològica: per a Marr, es tracta de patrons d’activitat neural activats diferentment segons les característiques de l’estímul extern; per a Gibson, el cervell està preparat per activar-se en funció de les invariants contingudes en la llum que arriba als sensors. La dissensió apareix en el moment que s’introdueix la idea de “concepte” perquè allò que Gibson rebutja, precisament, és la participació de cap operació simbòlica. I, si en el cas d’altres éssers vius, encara pot haver-hi un cert acord entre les dues postures, es fa molt difícil acceptar l’absència d’abstracció simbòlica quan es tracta de la percepció humana, en què el sistema cognitiu intervé en diferents nivells de les nostres activitats a través del llenguatge, el raonament i, sobretot, la memòria. En aquest sentit, la teoria de la percepció directa postula que no cal coneixement previ a l’hora de percebre el món perquè les propietats invariants de l’estímul contenen tot el que cal saber per reaccionar-hi (Bruce, Green *et al.*, 2003: 410). La resposta dels pensadors cognitivistes és que pot ser cert que en els nivells primaris de la percepció no calgui implicar cap activitat cerebral superior, però que, quan es tracta d’activar una resposta, no n’hi ha prou amb la captació de patrons estimuladors sinó que cal manipular-los adequadament i aquesta tasca involucra el sistema cognitiu superior.

Per recolzar aquesta afirmació s’han aportat com a prova els experiments de reconeixement de fotografies realitzats amb comunitats preindustrials: tot i que les persones podien veure i descriure perfectament el contingut formal de la imatge, eren incapaços d’anar més enllà d’aquest nivell bàsic i reconèixer de què es tractava perquè els faltava l’experiència prèvia per comparar (Bruce, Green *et al.*, 2003: 411). En altres paraules, la percepció implica reconeixement i aquesta és una activitat que es recolza en funcions específiques del sistema cognitiu; però normalment no en som conscients perquè en el nostre entorn habitual la visió i la comprensió es produeixen alhora (Bruce, Green *et al.*, 2003: 412). Una altra evidència experimental que recolzaria la postura cognitivista és la comprovació del paper de l’atenció en el control de la direcció de la mirada quan estem realitzant una tasca: els sistemes que controlen el moviment dels ulls o del cos han de tenir accés al coneixement de l’estructura temporal d’una tasca complexa i de la disposició espacial dels objectes emprats per completar-la (Bruce, Green *et al.*, 2003: 414, 417). Les fixacions oculars també s’han invocat en aquesta demostració: ha d’existir necessàriament una informació visual estable, mantinguda al llarg de les fixacions per tal de controlar una percepció que és discontinua, encara que es desconeix quina és la naturalesa d’aquesta “representació” (Bruce, Green *et al.*, 2003: 416).

Havent plantejat el debat sobre l’existència de representacions mentals i ponderada l’opinió de cadascuna de les postures, m’inclino a pensar que no hi ha una oposició radical entre ecologistes i cognitivistes i que, tal com havia afirmat anteriorment, la

percepció visual humana es situa en el punt de contacte entre els processos *top-down* – que corresponen a l’anàlisi primària de l’estímul- i els processos *bottom-up* – que designen la participació del sistema cognitiu en el reconeixement dels objectes, control conscient de la mirada, atenció, resolució de tasques, etc. Això implica que en aquest procés hi intervenen una sèrie d’operacions neurals que s’han designat genèricament com a “representacions” però que posseeixen una naturalesa diversa. Al meu entendre, no és el mateix les diferents activacions de les cèl·lules de V1 que el fet de visualitzar mentalment un camí alternatiu per arribar a casa quan han tallat la Meridiana. Potser aquesta confusió terminològica ha estat un dels principals motius de controvèrsia en el debat sobre la naturalesa de les representacions mentals que veurem a continuació. En tot cas, la conclusió d’aquest apartat és que, per poder continuar amb la reflexió que m’interessa, accepto la intervenció de representacions mentals en el procés de percepció visual i també en altres funcions estrictament superiors del sistema cognitiu, com ara l’aprenentatge, que és l’altre àmbit que ens ocupa.

II.3.6.2.3. La naturalesa de les representacions mentals

Un cop acceptada la intervenció de “representacions mentals” en els processos cognitius, el problema es troba en determinar a què es refereix exactament aquest concepte. La determinació de la veritable naturalesa d’això que anomenem “representacions” ha suscitat un debat molt intens, que es va iniciar als anys 70 amb una clara polarització al voltant de dues postures: la proposicional i l’analgica.

La idea principal que defensen els autors analogistes (Kosslyn i Pomerantz, 1986; Paivio, 1971; Shepard i Metzler, 1971) és que el cervell representa la realitat a través de descripcions estructurals que funcionarien com un esbós o fotografia. La majoria d’ells accepten també que hi hauria centres especialitzats en la producció d’imatges, com també n’hi ha dedicats al llenguatge. A l’hora de la veritat, les imatges mentals són analògiques no tant pel seu grau de realisme representatiu com pel seu funcionament, és a dir, per les operacions que es poden realitzar amb elles (Mayor i Moñivas, 1992a: 446). En aquest cas, l’analogia significa que les representacions preserven d’alguna manera l’estructura espacial de l’objecte extern, tant pel que fa als seus aspectes estàtics com dinàmics, tot i que no tots els autors estan d’acord amb aquesta definició (Mayor i Moñivas, 1992a: 447).

Els autors que defensen la postura proposicional, en canvi, afirmen que les imatges són inviables des del punt de vista psicològic. Pylyshyn (Pylyshyn, 1986) s’oposa a l’existència d’imatges mentals perquè creu que és erroni atribuir a una representació mental les mateixes propietats espacials i dinàmiques que posseeix el món real. Segons ell, les representacions mentals prenen la forma de proposicions que en Psicologia s’han definit com la unitat de coneixement més petita sobre la qual podem emetre judicis veritables o falsos (Mayor i Moñivas, 1992a: 441). Les representacions proposicionals s’allunyen tant de les imatges com del llenguatge verbal perquè, tant en un cas com en l’altre, allò que es guarda a la memòria té a veure amb el significat i no pas amb el detall de les paraules o les formes exactes. Això significa que es tracta d’un coneixement més profund, de tipus semàntic o conceptual, que algunes vegades pot correspondre a paraules, però que sobretot té a veure amb formes convencionals de representar abstractament les veritats proposicionals. Per això, la majoria d’autors

proposicionalistes defensen l'existència d'un únic sistema cognitiu, abstracte i amodal, capaç de processar qualsevol informació independentment del seu origen sensorial.

Les característiques de les proposicions són les següents (Mayor i Moñivas, 1992a: 422):

- Són unitats de coneixement de caràcter analític, per tant, mantenen una relació arbitrària amb l'objecte representat.
- Tanmateix, són funcionalment isomòrfiques respecte de l'objecte representat: això ens permet intervenir amb èxit en el món real.
- Però tenen una naturalesa abstracta, la qual cosa implica que no es poden identificar ni amb imatges ni amb el llenguatge. En definitiva, són amodals, independents del sistema sensorial d'entrada, el context o el llenguatge.
- Són veritables.
- Es defineixen per unes regles de formació explícites.
- Presenten una estructura jeràrquica que permet que unes estiguin contingudes dins les altres.

Aquesta darrera característica permet considerar el sistema representacional com una xarxa de relacions entre unitats conceptuals. Segons aquesta idea, la representació del món exterior estaria formada per una estructura de dades formada per una llista de proposicions que contindrien arguments –parts dels objectes– i predicats – propietats de les parts i relacions entre elles (Mayor i Moñivas, 1992a: 443). Aquesta concepció, que lliga amb la lògica proposicional i també amb els models de la I. A., presenta diversos avantatges, com ara que no es perd informació en segmentar la informació que conté un objecte; que s'adapta perfectament a l'anàlisi de les parts de l'objecte durant el seu reconeixement; o que pot contenir sense conflicte la diferents tipus d'informació, per exemple, lingüístic i icònic (Mayor i Moñivas, 1992a: 444). Però, de tot plegat, el que més ens interessa és que les descripcions estructurals representen la informació de tal manera que és útil per al raonament visual posterior ja que, segons algunes teories, les relacions entre les icones o les seves parts s'emmagatzemen sota format proposicional, és a dir, no visual, de manera que es poden associar ambdós tipus de format per operar amb ells (Mayor i Moñivas, 1992a: 444). Això és, precisament, el que fa la RV i, per tant, hi hauria una correspondència entre aquest sistema computacional i el nostre sistema cognitiu.

La meua opinió és que Pylyshyn té raó en negar a les representacions mentals les mateixes propietats que presenta el món real, però això no és condició suficient per afirmar que no existeixen: la prova és que nosaltres podem visualitzar mentalment escenes de la realitat i dur a terme certes operacions sobre elles intentant reproduir el més acuradament possible el seu comportament físic, tot i que mai no posseirà el grau de realisme de la imatge real. I això és possible, independentment del fet que acceptem la presència de centres de processament específics o bé considerem que només hi ha un únic sistema abstracte i amodal. Per altra banda, la solució que ofereix Pylyshyn com alternativa de codificació en lloc de les imatges tampoc no està exempta de problemes,

ja que, si bé les proposicions aconsegueixen els requisits necessaris per les operacions inferencials, també es pot caure en l'error de conferir al sistema cognitiu propietats i limitacions que són pròpies de la lògica però no pas del nostre pensament (de Vega, 1992: 267).

Un dels principals problemes del debat entre representació analògica o proposicional és que sovint la polèmica no avança perquè els arguments o els conceptes de partida es situen en diferents nivells i això genera confusió. Un dels exemples més clars és el que té a veure amb el tipus de memòria involucrada en el procés: els proposicionalistes pensen en la memòria a llarg termini, que utilitza un codi semàntic, mentre que els analogistes es refereixen a la memòria a curt termini, que depèn de la modalitat sensorial i participa en les primeres fases del procés perceptiu (Mayor i Moñivas, 1992a: 447-448). Aquest desfasament impedeix que les dues postures es puguin posar d'acord, tot i que no plantegen idees oposades sinó complementàries, com veurem en l'apartat de memòria inclòs en la secció sobre aprenentatge. Durant els anys 80, ja es va veure que la dicotomia proposicions / imatges estava mal plantejada i calia portar la recerca cap a altres nivells d'anàlisi o incorporar altres sistemes de representació (Mayor i Moñivas, 1992a: 452). Per això en els darrers temps s'ha intentat apartar la discussió dels aspectes purament formals i memorístics per centrar-se en el paper de la imatge en el processament de la informació: així, el tipus de representació dependria d'allò que es vol representar i/o de l'objectiu de la tasca (Mayor i Moñivas, 1992a: 448). Sembla que els experiments confirmarien la presència de, com a mínim, dos nivells de representació però, malauradament, molts dels experiments esmentats anteriorment admeten una doble interpretació perquè –i heus aquí el segon gran problema del debat– el format de codificació només es pot comprovar indirectament, a través de la conducta o les explicacions de les persones sotmeses a experiment, i això proporciona resultats ambigus (Mayor i Moñivas, 1992a: 450). En la meua opinió, cal tenir en compte que s'estan barrejant processos i nivells d'anàlisi diferents: una cosa és la memòria i l'altra és l'acompliment de tasques puntuals; una cosa són els models explicatius del comportament observat, supracel·lulars, i l'altra l'activitat real al nivell neural. Crec que, un cop més, el fet de no conèixer completament el funcionament del cervell perquè no es pot observar directament el seu funcionament torna a ser causa d'errors i de debats que altrament no es produirien. Precisament, aquesta és una de les raons que han portat Kosslyn a estudiar les pautes d'activació de les regions del còrtex visual, tot i no haver desenvolupat la seva recerca dins aquesta postura teòrica.

Tornant a les diferents formes de representació mental (conscient), les dues més acceptades són les que estan definides pel coneixement guardat a la memòria semàntica, de tipus proposicional, i les que intervenen en la memòria activa per la manipulació de les imatges (Mayor i Moñivas, 1992a: 448). Però darrerament se n'hi han afegit dues més o, fins i tot tres, que són la procedimental, la distribuïda i els models mentals, tots tres, amb clares repercussions dins l'àmbit de l'aprenentatge, tal com veurem més endavant. Les representacions procedimentals codifiquen la informació sobre la manera de realitzar accions i actuen amb posterioritat a la planificació. És un tipus de coneixement no accessible, que està estretament interrelacionat amb la informació declarativa (Mayor i Moñivas, 1992a: 455). Per tant, establint un símil amb l'arquitectura dels sistemes intel·ligents, la memòria a llarg termini guarda dos tipus d'informació intercanviable: el "programa" de funcionament i les dades amb què s'opera. Aquestes dades corresponen a proposicions, imatges o ambdós tipus alhora i s'organitzen en esquemes jerarquitcats, la qual cosa els confereix un gran poder operatiu

(Mayor i Moñivas, 1992a: 455). La distinció entre aquests dos tipus de coneixement presenta un avanç respecte de la teoria clàssica perquè evita els conflictes entre els processos de recuperació d'informació desada a la memòria declarativa i les produccions que permeten dur a terme una tasca. I a més, està recolzat per les observacions realitzades amb pacients amb lesions cerebrals específiques, que són incapaços d'adquirir informació declarativa però, en canvi, poden aprendre perfectament a realitzar accions concretes (Mayor i Moñivas, 1992a: 455).

Els models mentals han estat considerats pels autors cognitius com a representacions de tipus simbòlic amb una estructura analògica (Mayor i Moñivas, 1992a: 454). En aquest cas, la concepció d'analogia es desmarca de la teoria clàssica perquè no s'entén com a sinònim d'imatge sinó d'entitat que guarda unes semblances funcionals o operatives respecte del món real. Els models mentals també constitueixen un punt de contacte entre les diferents formes de coneixement perquè integren informació de tipus semàntic i sensorial amb l'objectiu d'interpretar un aspecte concret de la realitat que no es pot comprendre per observació directa (Mayor i Moñivas, 1992a: 457). Les seves característiques són les següents (Mayor i Moñivas, 1992a: 458-459):

- Acostumen a prendre la forma de models causals, que permeten explicar el món que representen. Normalment, la seva estructura reproduïx la del fenomen que representen.
- Per això l'experiència sensorial és un component molt important: contenen elements de les entitats perceptibles, però també contenen coneixements més abstractes sobre relacions, comportaments, etc. que són la base de la manipulació operativa. Johnson-Laird [(Johnson-Laird, 1983) citat a (Mayor i Moñivas, 1992a: 458)] considera que la percepció, és a dir, la relació amb l'entorn, és una font bàsica de models mentals i opino que aquesta és una "veritat" que els cognitivistes han perdut de vista, ja que no hem d'oblidar que la principal funció del nostre sistema cognitiu és donar resposta a demandes externes. Per aquesta raó està tan indissolublement lligat, en un dels seus extrems, al sistema perceptiu.
- En qualsevol cas, les dades i els processos estan clarament especificats, essent aquests el tipus d'informació més important perquè el poder dels models mentals resideix en la seva capacitat de simulació.
- En conclusió, són similars a l'ús del raonament qualitatiu, i s'ha manifestat la seva utilitat de cara a la representació necessària pel raonament deductiu –construcció d'escenaris condicionals, raonament sobre relacions espacials–, pel processament del discurs –descripcions espacials, models de situació–, i per les atribucions causals.

Fins ara, és evident que els models mentals s'apropen a les formes de representació anteriors –imatges, models semàntics, models procedimentals–, però també mantenen lligams de similaritat amb el darrer tipus de representació –la distribuïda– com a conseqüència del seu oportunisme, perquè es generen quan és necessari, quan la relació amb l'entorn ho sol·licita, i la seva configuració depèn de les característiques de la tasca que s'ha de realitzar. El concepte de representació distribuïda sorgeix dels models connexionistes i els models de processament paral·lel distribuït del sistema cognitiu

(Mayor i Moñivas, 1992a: 456). Es distingeix dels dos anteriors perquè aquests models postulen que el terme “representació” només és una forma convencional, utilitària, d’anomenar patrons d’activació neural repartits per tot el cervell i específics de cada tasca. Tots els processos cognitius s’acompleixen mitjançant computacions paral·leles massives de xarxes neurals distribuïdes que, a més, posseeixen la capacitat de reordenar-se en noves estructures per poder incorporar nous coneixements¹⁴⁹ (Mayor i Moñivas, 1992a: 456). Però, per altra banda, aquest model també implica una nova concepció de la memòria: en lloc de distingir únicament tipus independents localitzats en punts específics del cervell, també hi pot haver una memòria distribuïda sobre molts altres elements, en què cada unitat d’emmagatzematge conté informació de diferents memòries superposades (Mayor i Moñivas, 1992a) i, per tant, permet diferents formes de representació. En aquest sentit, no hi ha coneixement fix, estable, independent, directament accessible, sinó que es troba en el moment d’activació dels circuits neurals, és un procés de construcció o de facilitació –com veurem a l’apartat sobre memòria de l’apartat d’aprenentatge– que es produeix en temps real.

Personalment, havent repassat les diferents teories i els experiments que les recolzen, m’inclino a pensar que cal distingir entre dos nivells d’anàlisi complementaris: el neural i el comportamental. En el primer es situen les “representacions” no conscients, aquelles connexions neurals temporals relacionades amb les conductes automàtiques, com per exemple l’anàlisi del camp visual que determina els moviments oculars o bé els coneixements procedimentals que permeten accomplir accions. En el segon, crec que pot haver-hi un sistema cognitiu general abstracte i amodal però que és capaç de generar i manipular diferents mètodes de representació –entre els quals es troben les imatges–, que operen en diferents nivells, com ara la comprensió del llenguatge, la interpretació de les escenes visuals, la manipulació mental i l’aprenentatge verbal o bé en processos exclusivament de record, i permeten maximitzar la informació per tal de triar adequadament una hipòtesi cognitiva d’entre la diversitat possible que especifica l’estímul distal (de Vega, 1992: 301).

II.3.6.2.4. Les imatges mentals

II.3.6.2.4.1. Introducció

Fins ara hem vist el debat sobre la naturalesa de les representacions mentals en termes generals i hem arribat a la conclusió que el sistema cognitiu treballa amb diferents tipus de codificació, en funció de l’objecte representat i la tasca a realitzar. En aquest apartat ens ocuparem específicament d’aquelles representacions mentals que tenen a veure amb la representació de l’espacialitat: les imatges mentals. Primerament, resumirem les postures teòriques sobre l’existència i la naturalesa de les imatges i, seguidament, a partir d’una definició de Kosslyn, repassarem les seves característiques, les funcions que acompleixen i la seva relació amb altres mòduls del sistema cognitiu humà.

¹⁴⁹ Fixem-nos que, en el fons, això és l’aprenentatge.

II.3.6.2.4.2. Aproximació teòrica al concepte d'imatge mental

Tots els membres de l'espècie humana experimenten imatges –sobretot durant el son, però també en estat de vigília– que els permeten visualitzar situacions reals, fer càlculs i estimacions, etc. Tal com hem vist anteriorment, es tracta d'un concepte molt controvertit per diverses raons, que enumero a continuació (Mayor i Moñivas, 1992b: 531): l'ambigüitat del concepte, la impossibilitat d'observació directa, la semblança o interferència amb altres processos cognitius, la seva multifuncionalitat... La primera causa del conflicte es troba en la definició del concepte, que és ambigua perquè es refereix tant a una experiència fenomènica com a una representació interna que, a més, genera una experiència similar a la que es produeix durant la percepció. Per altra banda, és una representació interna diferent de la verbal, però no es pot observar directament i, per tant, s'ha d'inferir, precisament, a través de descripcions verbals subjectives. Tot plegat provoca que els/les investigadors/es no es posin d'acord sobre la seva naturalesa i hagin discutit aferrissadament sobre l'existència d'un espai mental específic o el grau d'analogia amb la realitat. Les opinions sobre l'existència i naturalesa de les imatges es poden reunir en tres opcions alternatives (Mayor i Moñivas, 1992a: 450):

- Les imatges mentals no existeixen, són informacions emmagatzemades sota un format totalment proposicional. És la postura més extrema, mantinguda per Pylyshyn, amb uns plantejaments propers als de la I. A.
- Les imatges mentals són psicològicament reals, però es generen a partir d'informació proposicional continguda en la memòria semàntica. És la postura encapçalada per Kosslyn (Kosslyn i Pomerantz, 1986). En aquest cas, la recuperació d'informació durant la seva generació produeix indirectament informació semàntica addicional de tipus involuntari que compensa la informació perduda del record. Per tant, la imatge millora el rendiment no pas perquè estigui a la memòria sinó perquè crea noves connexions que permeten recuperar informació redundant¹⁵⁰.
- Les imatges mentals existeixen, s'emmagatzemen a la memòria a llarg termini i són representacions no proposicionals –preserven l'estructura espacial i proposicional de l'entorn–, però s'interpreten proposicionalment. Alguns autors, com ara Paivio (Paivio, 1971), consideren que les evidències empíriques s'inclinen cap a aquesta tercera postura i que les imatges mentals sorgeixen no pas a partir de la informació proposicional que permet la seva generació, sinó a partir de les operacions que es duen a terme amb elles en la memòria operativa (Mayor i Moñivas, 1992a: 452). D'altres autors, en canvi, opinen que no hi ha res que demostrï que la informació perceptiva de la memòria semàntica estigui codificada analògicament i que les propietats emergents de les imatges mentals són el resultat de la combinació sintàctica d'informació organitzada sota la forma de proposicions, és a dir, que són construccions i no pas interpretacions.

¹⁵⁰ En qualsevol cas, sigui cert o no que les imatges mentals es poden emmagatzemar a la memòria a llarg termini, aquesta capacitat de recuperació d'informació semàntica és un avantatge en favor de les imatges i, per tant, en favor de la RV, ja que significa que el seu ús –funcionar com a imatge mental externa– pot activar recursos cognitius que milloren l'aprenentatge. Ara, el que caldria veure és si és convenient estalviar al sistema cognitiu aquesta funció de record icònic, tema que tractarem en l'apartat sobre aprenentatge.

En qualsevol dels casos, la imatge intervé en la conducta ja que, com a unitat de representació, permet sintetitzar de manera gràfica un tipus concret d'informació rellevant a l'hora de descobrir propietats dels objectes, planificar accions, simbolitzar situacions o recuperar informació explícita o implícita de la memòria per resoldre diferents tipus de problemes. Vegem tot això amb més detall, començant per la definició i la naturalesa de les imatges mentals, a partir de la qual anirem desgranant les altres qüestions.

Les imatges són un tipus de representació mental que conté informació sobre la forma, la mida, la orientació... resumint, informació de tipus espacial sobre el món que ens envolta. Segons Kosslyn [(Kosslyn i Pomerantz, 1986) citat a (Mayor i Moñivas, 1992a: 471)],

“Las imágenes serían estructuras transitorias de datos que se representan en ese medio mental espacial analógico, siendo generadas, parte a parte, a partir de representaciones abstractas, más profundas, almacenadas en la memoria semántica. Una vez generadas, es decir, representadas en el retén viso-espacial de la memoria activa, puede operarse sobre ellas, dando lugar a propiedades emergentes.”

La definició de Kosslyn aixeca quatre qüestions que abordaré successivament en els propers apartats: l'existència en el sistema cognitiu d'un mòdul específic de representació a través d'imatges; la qüestió de l'analogia amb la realitat; la funció de les imatges; i la seva relació amb els altres mòduls del sistema cognitiu humà.

II.3.6.2.4.3. Existeix un mòdul cerebral específic de producció d'imatges mentals?

L'enfrontament entre especialistes al voltant de l'existència i la naturalesa de les imatges mentals podia quedar tancat amb l'ajut dels estudis neuropsicològics. Per això s'ha intentat comprovar si existeix una regió cortical específicament dedicada a la representació de l'espai, un conjunt de neurones cap al qual convergiria la informació provinent de diverses modalitats sensorials i que construiria una “imatge” completa de l'entorn a partir dels diferents retalls d'informació. Des d'aquest punt de vista, una imatge mental es definiria com una pauta d'activació específica de determinades zones del còrtex cerebral, tal com passa amb la percepció visual (Mayor i Moñivas, 1992b: 572). Alguns autors havien obtingut evidències que demostraven aquesta hipòtesi i situaven aquest centre en el lòbul parietal, però experiments més recents apunten a una xarxa neural molt més complexa i difosa, que involucra regions corticals més primitives (hipocamp, etc.) i, fins i tot, regions subcorticals, com ara els ganglis basals i el colícul superior dels dos hemisferis (Mayor i Moñivas, 1992b: 572; Munar i Rosselló, 1999: 109). Els estudis comparatius sobre lesions cerebrals han demostrat que, tot i que ambdós hemisferis poden generar imatges, en condicions normals l'esquerre és molt més actiu, especialment a l'hora de tractar amb imatges molt detallades (Mayor i Moñivas, 1992b). L'opinió actual d'alguns/es investigadors/es és que, en funció de l'objectiu, el cervell pot generar diferents tipus de representació de l'espai més o menys conscients però el lòbul parietal s'encarrega de la representació de l'espai tal com el veiem quan parem atenció i a partir del qual actuem, és a dir, que ens situem en un estadi tardà del procés perceptiu, en el qual convergeixen representacions preatencionalis provinents d'altres vies, especialment, la dorsal (Munar i Rosselló, 1999: 109).

En contra d'aquesta postura, nombrosos/es estudiosos/es del tema consideren que hi ha massa arguments que contradiuen l'existència d'un sistema de representació espacial com l'anterior. En primer lloc, el lòbul parietal està format per diferents àrees independents i no pas per una regió que centralitza les informacions provinents dels diferents receptors i processadors primaris de la informació sensorial i retorna connexions cap als centres que controlen les tasques que necessiten un coneixement espacial, com hauria de ser el cas si la hipòtesi anterior fos certa (Munar i Rosselló, 1999: 110). Una altra evidència en contra té a veure amb l'activació de diferents patrons neurals segons que moguem els ulls o els braços en relació amb un objecte concret (Munar i Rosselló, 1999: 110). Aquesta diferència també s'ha pogut demostrar en els experiments d'atenció visual, en què s'ha comprovat que la codificació espacial no és la mateixa quan ens fixem en la relació entre els components d'un mateix objecte – propietats intraobjecte– o bé ens fixem en les relacions entre aquestes mateixes parts quant pertanyen a objectes diferents –propietats interobjecte– (Munar i Rosselló, 1999: 109-110). L'ús de múltiples formes de representació mental espacial s'oposa a l'existència d'un únic centre de processament espacial de tipus plurifuncional.

Pylyshyn porta les conclusions d'aquestes evidències a una postura molt més extrema, des de la qual planteja que la imatge no és una facultat del cervell sinó un epifenomen resultant de la interacció de diversos processos intel·lectuals (Mayor i Moñivas, 1992b: 572). Val a dir que aquesta és una afirmació que no comparteixen els i les especialistes de l'aproximació neuropsicològica a les imatges mentals, ja que la investigació s'ha desenvolupat partint de la idea de Luria [(Luria, 1973) citat a (Mayor i Moñivas, 1992b: 572)] que la imatge és un sistema funcional, dotat d'una estructura interna els components de la qual posseeixen una base fisiològica. El fet que els estudis empírics no hagin permès arribar a una conclusió definitiva sobre la localització d'un centre específic de generació d'imatges mentals no seria condició suficient per demostrar la seva inexistència sinó que, com en el cas del llenguatge, que mostra el mateix grau d'heterogeneïtat però està perfectament localitzat, provaria que es tracta d'un procés molt més complex que no es pensava, en el qual es troben implicades diferents regions cerebrals, segons el tipus de procés implicat o la fase activada (Mayor i Moñivas, 1992b: 573).

II.3.6.2.4.4. La relació de les imatges mentals amb el món real

L'analogia de les imatges mentals ha estat un dels principals cavalls de batalla del debat entre analogistes i cognitivistes. La seva manca d'arbitrarietat, en comparació amb el llenguatge, va portar els/les especialistes a discutir si els objectes i situacions representats a les imatges mentals segueixen les lleis de la física o bé es tracta de propietats atribuïdes amb un objectiu funcional. Les teories analògiques consideren que la imatge mental és isomòrfica perquè es forma a partir de les dades obtingudes mitjançant la percepció visual que, com hem vist anteriorment, recupera informació que preserva la topologia dels objectes i les relacions espacials (Mayor i Moñivas, 1992b: 578). Pylyshyn i els/les altres investigadors/es proposicionalistes s'oposen a aquesta concepció perquè entra en conflicte amb els resultats d'experiments sobre el format de codificació de la informació obtinguda a partir d'imatges. Segons aquests resultats, la memorització d'enunciats pot interferir en el record d'un dibuix, la qual cosa

significaria que les imatges no s'emmagatzemen com a representacions analògiques sinó amb el mateix codi abstracte que les paraules (de Vega, 1992: 270).

Segons els/les proposicionalistes, la importància de les imatges és operativa i, per tant, no es troba, tal com es desprèn d'una concepció analògica, en la relació amb l'objecte representat –semàntica– sinó en l'estructura de la representació –sintaxi. Aquesta estructura està formada per descripcions estructurals en què els predicats presenten unes característiques específiques (Mayor i Moñivas, 1992a: 472):

- Estan basats en l'espai tridimensional euclidià d'eixos ortogonals, de manera que prenen formes com ara “a dalt”, “a baix”, “davant”, “darrera”, etc.
- Estan relacionats estructuralment.
- Com a conseqüència de les dues afirmacions anteriors, el seu nombre és limitat però poden generar un nombre infinit de proposicions espacials.

Aquest potencial els atorga una gran credibilitat com a llenguatge mental de representació espacial perquè un dels punts febles de la teoria analògica era que consideraven que les imatges percebudes contenien totes les informacions relacionades amb l'escena (Mayor i Moñivas, 1992a: 473). Tal afirmació és poc parsimoniosa i entra en contradicció amb les capacitats de la memòria i amb els experiments sobre manipulació d'imatges mentals, que demostren que es poden establir noves relacions o construir nova informació a partir de l'anterior. A més, també s'ha comprovat fora de qualsevol dubte que les imatges no només contenen informació de tipus estrictament espacial, sinó que n'hi ha una bona part que només es pot presentar de manera simbòlica i que té a veure amb les relacions entre els objectes, les seves parts o respecte de la persona mateixa (Mayor i Moñivas, 1992a: 473). En conclusió, les imatges mentals no preservarien tant relacions euclidianes com de tipus topològic i, per tant, tindrien una doble funció: la codificació de les configuracions espacials i la manipulació de coneixement semàntic i lògic.

Tanmateix, la conclusió dels proposicionalistes també es pot assolir des d'una concepció analògica, ja que la distinció entre una correspondència física i una correspondència funcional es pot associar amb la jerarquització en dos graus d'isomorfisme diferents (Mayor i Moñivas, 1992b: 533): en el primer cas, es parla d'un isomorfisme de primer grau perquè existeix una analogia física amb la realitat; en el segon cas es parla d'isomorfisme de segon grau perquè es simulen de manera analògica les propietats del món real però no hi ha una correspondència puntual amb allò que es representa, es tracta d'una simulació funcional, que té com a objectiu transformar les representacions de manera que sorgeixi informació nova, tal com passaria si manipuléssim realment els objectes del nostre entorn. Atorgar una funcionalitat a les imatges implica situar-les al mateix nivell que altres subsistemes del sistema cognitiu, com ara el llenguatge, encara que s'adopti una postura proposicionalista, és a dir, que no s'accepti la seva existència com a element estable.

II.3.6.2.4.5. La funció de les imatges mentals

La tercera qüestió implicada en la definició de Kosslyn –i que ja he anticipat quan explicava la distinció entre dos tipus d'isomorfisme– és la funció que acompleixen les imatges mentals. Sobre aquest aspecte tampoc no hi ha consens entre els diferents punts de vista, ja que depèn de l'entitat i naturalesa que atorguin a les imatges. Les teories proposicionalistes, com hem vist anteriorment, consideren que es tracta d'un epifenomen, és a dir, que no acompleixen cap funció perquè, en virtut d'un principi d'economia cognitiva, són el resultat inconscient de les diverses activitats –memòria, raonament, etc.– dutes a terme per un únic sistema de processament organitzat proposicionalment (Mayor i Moñivas, 1992b: 576). Com que el sistema actua de manera lògica, és a dir, construint nou coneixement a partir de les relacions establertes entre informacions anteriors, la imatge és una construcció activa basada en la informació mètrica emmagatzemada a partir de la percepció (Mayor i Moñivas, 1992b: 576); però no pot ser un primitiu del coneixement perquè està influenciada per les percepcions de la persona, la qual cosa va en contra –tal com vèiem en la primera aproximació al concepte de representació mental– de les característiques definidores d'un sistema centra únic i amodal. Així doncs, les imatges mentals no es distingeixen dels altres mòduls del sistema cognitiu perquè no posseeixen regles ni representacions que la caracteritzin com a sistema i si apareixen en els experiments és per inducció de la tasca realitzada [(Pylyshyn, 1986) citat a (Mayor i Moñivas, 1992b: 577)].

Les teories analògiques, s'oposen a aquesta concepció perquè no només consideren que les imatges són funcionals sinó que existeixen com a forma específica de representació mental, derivada dels processos involucrats en la percepció visual. Des d'aquesta perspectiva, la filiació de les imatges mentals no es troba en el sistema cognitiu “superior” sinó en el procés de percepció visual –una afirmació totalment oposada a les concepcions proposicionalistes. Així, la memòria emmagatzema informació en un format que conté de manera explícita les característiques perceptives dels objectes (Mayor i Moñivas, 1992b: 577). Per tant, una imatge és una representació coherent i integrada d'un fragment de la realitat des d'un punt de vista determinat i té com a objectiu des de la simple anàlisi de l'escena fins a les transformacions mentals contínues o discretes que permeten extreure un coneixement, anticipar un moviment o un estat, planificar una acció, etc. (Mayor i Moñivas, 1992b: 578).

A mig camí entre les dues anteriors hi hauria les teories que Mayor i Moñivas anomenen “mixtes” (Mayor i Moñivas, 1992b: 575) perquè, com els proposicionalistes, consideren que la imatge no és una construcció primitiva del coneixement però, com els analogistes, també defensen la seva semblança amb la percepció com a forma de representació del coneixement. Aquesta dualitat comporta el plantejament d'una dualitat també al nivell cognitiu, ja que és capaç d'emmagatzemar i manipular informació codificada amb dos llenguatges diferents, el proposicional i el “literal” (Mayor i Moñivas, 1992b: 580). Diversos autors d'aquesta tendència han estudiat la relació entre imatges mentals i percepció i, en general, han arribat a la conclusió que es tracta de dos mòduls diferenciats dins la cognició entre els quals es produeix una interacció. Un exemple seria la teoria de l'anticipació perceptiva de Neisser [(Neisser, 1978), citat a (Mayor i Moñivas, 1992b: 535)], segons la qual les imatges ajuden en la cerca i processament de la informació visual perquè actuen com a esquema anticipador, activat en relació amb un context o previsió de la persona. És a dir, que fan de pont entre la

memòria i la percepció; una idea que també és compartida per Marr i concretada en els “*sketches*”.

Les teories mixtes consideren que, tal com afirmava Kosslyn en la seva definició, les imatges emergeixen a partir d'informació emmagatzemada a la memòria semàntica i, per tant, amb una estructura proposicional però que no podria deduir-se o manipular-se de cap altra manera que no fos la perceptiva (Mayor i Moñivas, 1992b: 577, 582). A més dels treballs de Kosslyn i Pomerantz (Kosslyn i Pomerantz, 1986) i de Paivio (Paivio, 1971), una altra aportació important és la de Finke [(Finke, 1989), citat a (Mayor i Moñivas, 1992b: 589)], que ha establert uns principis unificadors que intenten explicar la imatge com a part integrant dels processos de coneixement. Aquests principis són els següents (Mayor i Moñivas, 1992b: 590-593):

- **Principi de codificació implícita:** la imatge és, juntament amb el llenguatge, un dels dos grans sistemes de recuperació d'informació emmagatzemada a la memòria semàntica. La participació de les imatges, que es poden generar a partir d'informació proposicional anterior, permet fer explícites certes propietats dels objectes (relacions, característiques físiques) que no estaven prèviament codificades.
- **Principi d'equivalència perceptiva:** segons aquest principi, la imatge és funcionalment equivalent a la percepció perquè en un i altre cas s'activen els mateixos mecanismes. En una hipòtesi molt agosarada, Finke postula que són les imatges mentals les que es troben a l'inici del procés que porta a reconèixer els objectes percebuts en lloc de constituir el resultat final del procés (Mayor i Moñivas, 1992b: 579).
- **Principi d'equivalència espacial:** els objectes que apareixen en les imatges mentals conserven les mateixes relacions que a la realitat. Això significa que el medi mental en què actuen les imatges és euclidià i que aquestes són contínues. Ha estat un dels principis més criticats.
- **Principi d'equivalència transformacional:** relacionat amb l'anterior, sosté que les transformacions dinàmiques que es produeixen en les operacions mentals presenten les mateixes lleis físiques que la realitat. Tot i que el principi d'equivalència pot ser vàlid, es fa difícil acceptar, basant-se en les evidències empíriques, la presència d'un isomorfisme de primer grau: quan es simula una transformació espacial, el que canvia és un marc abstracte de referència i no pas la imatge de l'objecte; per altra banda, el procés no és analògic sinó que assigna trets de manera discreta en funció de la nova característica (Mayor i Moñivas, 1992b: 592).
- **Principi d'equivalència estructural:** el fet que les imatges no es recuperin completament sinó que es presentin de manera fragmentària a partir dels records semàntics, facilita la construcció d'estructures amb propietats emergents que abans no estaven codificades. Això significa que en qualsevol cas l'estructura bàsica de la imatge es percep i es pot recuperar mitjançant un codi visual o proposicional, que permet reorganitzar-la i reinterpretar-la segons les necessitats.

Personalment, m'inclinaria cap a una postura mixta, tot i que considero que les imatges mentals sí poden ser una construcció primitiva del coneixement. Crec que hi ha dues formes d'obtenir imatges mentals, una derivada directament de la percepció visual i una altra "construïda" a partir d'informacions verbals o encara més abstractes, que possiblement empen retalls d'informació elemental obtingudes en experiències perceptives anteriors i emmagatzemades a la memòria. La prova seria que ens costa molt imaginar allò que no hem vist. Per altra banda, m'aproparia a la teoria de Kosslyn i Pomerantz a l'hora de concebre les funcions de les imatges mentals, ja que opino que les imatges juguen un paper actiu en el processament i obtenció de coneixement, ja sigui en relació amb la manipulació del món físic a través de l'anticipació o a l'hora d'extreure coneixement de tipus proposicional però que no podria deduir-se o manipular-se de cap altra manera que no fos la perceptiva. En canvi, estic totalment en desacord amb les idees de Finke que les imatges mentals posseeixen una estructura euclidiana i presenten una correspondència isomòrfica de primer grau amb la realitat: crec que preserven la topologia i, en tot cas, la mètrica és un element que podem intentar calcular a posteriori, de manera totalment conscient i a través de la realització d'operacions cognitives superiors. Una prova seria que hi ha gent que té dificultats a l'hora de fer càlculs de distàncies però no té cap problema de supervivència en el medi i és perquè, en lloc de fer servir un sistema extern de relació amb el món, fem servir principalment un sistema qualitatiu centrat en nosaltres mateixos/es.

II.3.6.2.4.6. Imatges, memòria i percepció

Analitzar el paper de les representacions en relació amb els altres mòduls o funcions del sistema cognitiu significa, en el nostre cas, distingir-les de la percepció, la memòria, el raonament o el llenguatge. Com que anteriorment ja he anat fent referència a les connexions funcionals amb la percepció i la memòria i aquesta darrera s'explicarà més en profunditat en el capítol sobre aprenentatge, aquí oferiré una breu pinzellada a tall de conclusió sobre les primeres i m'ocuparé específicament de la relació entre imatge i llenguatge. Per què dedico un apartat a aquest tema? En primer lloc perquè es tracta d'una qüestió que el debat entre proposicionalistes i analogistes ha anat aixecant de manera implícita repetidament, ja que l'estructura del sistema cognitiu que proposen els primers pot tenir connotacions lingüístiques. Fins i tot, alguns autors, com ara Fodor, consideren que el sistema de representació és com un llenguatge mental que guarda certes semblances amb els llenguatges naturals (de Vega, 1992: 275). Per altra banda, les imatges mentals i el llenguatge comparteixen el fet de ser els principals subsistemes d'emmagatzematge i recuperació d'informació del nostre sistema cognitiu i, per aquest motiu, és important analitzar les relacions que s'estableixen entre ells.

Així doncs, l'aportació d'aquest i els dos següents apartats és doble. En primer lloc, ens trobem dins l'àmbit de la "semàntica" de les imatges internes perquè estic explicant com signifiquen les representacions a través de la seva distinció d'altres mòduls del sistema cognitiu, concretament el llenguatge. Això situa aquest apartat com a base de les explicacions sobre les imatges externes, que veurem més endavant. En segon lloc, estem responnent a una pregunta clau: pensem amb paraules o bé amb imatges? Aquesta és una qüestió transcendental per la RV, ja que pot justificar o desautoritzar el seu ús com a eina de construcció de coneixement.

Les imatges mentals són una forma de representació interna caracteritzada pel seu component figuratiu. Aquesta peculiaritat ens porta a preguntar-nos per la seva relació amb el sistema perceptiu visual, ja que aquest també s'ocupa del processament d'informacions de tipus visual - espacial. La conclusió que s'extreu de totes les informacions exposades anteriorment és que hi ha una interferència entre els dos subsistemes però no pas una identificació: les representacions que construeix la percepció visual tenen el seu origen directament en els estímuls externs, mentre que les imatges mentals, tot i que poden ser molt semblants a les primeres, es formen a partir d'informacions emmagatzemades a la memòria, és a dir, a partir de conceptes.

El dubte que sorgeix llavors és quina forma tenen aquestes dades emmagatzemades a la memòria. Ja hem vist que no hi ha un acord sobre aquest punt i que la codificació de les dades emmagatzemades a la memòria depèn de l'opció teòrica triada en un debat sobre les representacions mentals que ha estat un dels més importants de la Psicologia contemporània. Segons els proposicionalistes (Pylyshyn, 1986), tota la informació emmagatzemada a la memòria a llarg termini és amodal i s'estructura en una jerarquia lògica. Per Kosslyn (Kosslyn i Pomerantz, 1986), en canvi, existeixen sistemes de memòria de modalitat específica que conviuen amb un sistema associatiu semàntic. La recuperació d'informació consistiria en portar aquestes informacions diverses des de la memòria a llarg termini a la memòria activa –més superficial i isomòrfica respecte de la realitat– a partir d'un procés de composició. Tot i que la majoria d'autors/es comparteixen la creença en l'existència d'aquest procés constructiu, segueixen sense posar-se d'acord sobre l'estructura de la memòria semàntica i el seu format de codificació (Mayor i Moñivas, 1992b: 546).

Tornant a la relació entre imatges mentals i percepció, la seva similitud funcional ha estat demostrada a través d'experiments sobre rotació mental i revisió d'escenes mentals, ja que demanen un processament d'imatges en temps real pràcticament idèntic al que es produeix durant la percepció. Tanmateix, el fet que les persones cegues descriguin uns processos molt similars als que s'activen en les persones amb una visió normal porta a pensar que la informació espacial ha d'estar codificada en un format més abstracte que analògic (Mayor i Moñivas, 1992b: 546). Si acceptem la divisió del procés perceptiu en dues parts –una d'inferior, de tipus *bottom-up*, automàtica, inconscient, en què es processen les característiques bàsiques de l'estímul, i una de superior, conscient, que serveix per reconèixer objectes, desplaçar-se pel medi o aprendre i està connectada amb les altres funcions del sistema cognitiu (memòria, imatges mentals, etc.)– podem afirmar sense contradir els experiments que les imatges mentals comparteixen amb la percepció alguns mecanismes i finalitats de processament.

II.3.6.2.4.7. Les imatges mentals i el llenguatge

El llenguatge i les representacions mentals són dues entitats diferents però relacionades. A continuació exposaré una breu introducció sobre el llenguatge. Després veurem quina és la seva vinculació cognitiva amb les imatges mentals –segons la teoria de Paivio– i quines diferències empíriques presenten. Finalment, ens ocuparem del debat al voltant de la seva filiació funcional, per tal de respondre a la qüestió sobre el nostre funcionament cognitiu i la relació que hi pot tenir la RV.

L'espècie humana posseeix diferents sistemes de comunicació, un dels quals és el llenguatge anomenat "natural" perquè és que utilitza més habitualment. Si agafem una accepció àmplia, llavors tant els animals com les persones el posseeixen perquè ambdós són capaços de comunicar-se amb els altres membres de la seva espècie. Això no obstant, el llenguatge dels animals és més limitat i no conté l'aspecte creatiu que sí posseeix el llenguatge humà. En el llenguatge dels animals acostuma a haver-hi una correspondència d'un a un, és a dir, un so específic per un fenomen específic, que normalment correspon a perill, amenaça, satisfacció, aliment, etc. (Fischler i Firschein, 1987: 158). En canvi, l'espècie humana pot comunicar una quantitat potencialment infinita d'idees, abstractes o no, a través de la combinació d'un conjunt limitat de sons.

El llenguatge és un fenomen complex perquè, tot i que intuïtivament pot semblar un únic aspecte de les capacitats humanes, involucra diverses funcions cerebrals, segons que tingui a veure amb l'audició, la lectura o la parla. Des del s. XIX s'han identificat, a través de l'estudi de persones amb lesions encefàliques, diverses àrees que hi intervenen però encara avui no es coneix completament el funcionament del llenguatge en aquest nivell. L'àrea de Broca, descoberta per Paul Broca el 1860, està situada en el lòbul frontal esquerre i és un dels centres principals de la parla, ja que una lesió en aquesta zona produeix la pèrdua de fluïdesa o de correcció en l'articulació (Fischler i Firschein, 1987: 160). El 1874, Karl Wernicke va identificar l'àrea que porta el seu nom, situada al lòbul temporal de l'hemisferi esquerre. Aquesta regió deu centralitzar totes les funcions perquè, si pateix alguna lesió, queden afectats tots els aspectes del llenguatge (Fischler i Firschein, 1987: 161).

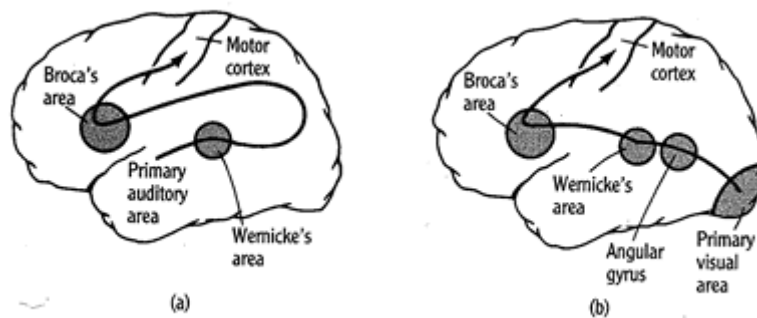


Figura 51: Flux dels senyals relacionats amb el llenguatge. a) Dir una paraula sentida; b) Dir una paraula llegida (Fischler i Firschein, 1987).

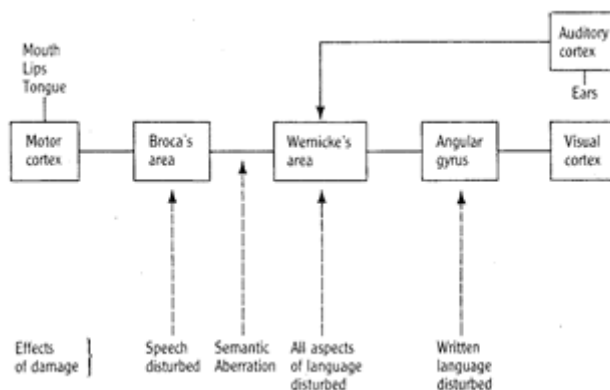


Figura 52: Esquema de les estructures involucrades en la producció i comprensió del llenguatge (Fischler i Firschein, 1987).

Gràcies als seus estudis, Wernicke va poder proposar un model de funcionament del llenguatge, anomenat actualment “localitzacionista - connexionista”, segons el qual existeixen diverses àrees en el cervell que s’encarreguen d’aspectes específics del llenguatge i que estan connectats a través de fibres nervioses encarregades de transmetre la informació d’una a l’altra. Així, (Fischler i Firschein, 1987: 159) quan es parla, l’estructura subjacent de la pronúncia es forma a l’àrea de Wernicke i és transmesa cap a l’àrea de Brocca a través del “fascicle arcuat”. Aquesta desenvolupa un programa per la vocalització que s’envia al còrtex motor i, d’aquí, cap els músculs de la boca, llavis, llengua i laringe. En canvi, quan s’escolta el llenguatge parlat, els impulsos nerviosos provinents de l’oïda es reben al còrtex auditiu i d’aquí passen a l’àrea de Wernicke, on es produeix la comprensió (Fischler i Firschein, 1987: 159). En el cas de la lectura, la informació del còrtex visual passa pel gir angular, on es transforma per fer-la compatible amb la forma auditiva de les paraules i llavors es transmet a l’àrea de Wernicke per entendre-la (Fischler i Firschein, 1987: 160). Avui dia, l’evolució dels estudis sobre el llenguatge ha permès als i les especialistes construir una perspectiva més global i dinàmica del funcionament neurològic del llenguatge, segons la qual es produeixen interaccions simultànies entre diverses àrees del cervell. Fins i tot les regions específiques descrites al s. XIX s’han pogut associar amb diferents funcions comunicatives (Fischler i Firschein, 1987: 160-161).

Paivio va proposar la seva “teoria del codi dual” [(Paivio, 1971), citat a (Mayor i Moñivas, 1992b: 547)] a començaments dels anys 70, en contra del paradigma lingüístic que dominava la Psicologia cognitiva. La seva idea fonamental era que el pensament humà estava estructurat en dos subsistemes separats especialitzats en tasques diferents: el primer, en el tractament del llenguatge; l’altre, en el processament i representació d’informació lingüística i d’informació no verbal sobre objectes i fenòmens provinent de les diferents modalitats sensorials, així com de l’anàlisi i producció d’imatges (Mayor i Moñivas, 1992b: 548). Aquests dos sistemes, anomenats respectivament “sistema verbal” i “sistema imaginari”, estan separats en el sentit que poden ser activats de manera independent o funcionar en paral·lel però sempre estan interconnectats, tal com apareix a la Figura 52.

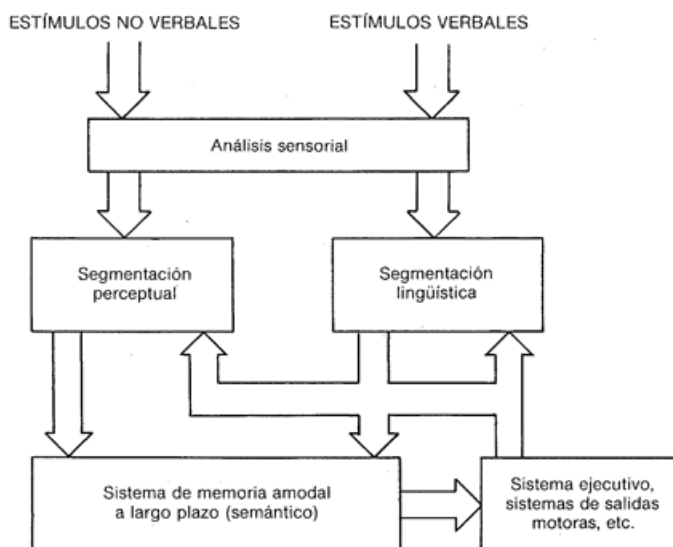


Figura 53: Esquema del sistema de representació del cervell: els elements verbals i no verbals estan emmagatzemats en un sistema comú (Mayor i Moñivas, 1992).

No cal dir que aquesta teoria no només explica les relacions funcionals entre les representacions mentals i el llenguatge, sinó que conté implicacions per a la memòria i els seus sistemes de codificació, en relació amb el debat sobre l'existència de les imatges mentals i, en definitiva, sobre tota l'arquitectura i el funcionament del sistema cognitiu humà. Tot i que discrepo sobre altres punts concrets de l'explicació de Paivio, estic d'acord amb aquesta concepció mixta de l'intel·lecte humà, és a dir, amb la possibilitat d'emmagatzemar i treballar amb imatges mentals, al mateix nivell que la informació proposicional o semàntica, tal com exposaré a les conclusions sobre aquest tema.

El llenguatge i les representacions mentals estan estretament associats perquè s'impliquen mútuament. Així, el llenguatge suposa un procés actiu de representació tant per part de la persona que el produeix com de qui l'interpreta: aquest/a haurà d'elaborar una representació mental del contingut del missatge a partir de les informacions verbals que li arriben, mentre que el/la primer/a haurà de transformar un codi mental en una expressió lingüística que, en el fons, estarà informant sobre els seus estats o representacions mentals. Així doncs, podríem considerar que el llenguatge és un convertidor bidireccional de representacions mentals i expressions verbals, tot i que això no significa que el pas d'una a l'altra sigui una simple transducció mecànica (de Vega, 1992: 276). Per començar, la seva orientació funcional és diferent: les representacions mentals són privades i tenen com a objectiu la recuperació d'informació per tal d'extreure'n coneixement, planificar una acció, resoldre problemes, etc.; en canvi, el llenguatge té una finalitat molt més concreta, és una interacció en un context social. Per això està limitat per certs paràmetres pragmàtics i estructurals que determinen qualsevol sistema de comunicació. En canvi, en el cas de les representacions mentals, malgrat que també se'ls poden atribuir funcions semàntiques i sintàctiques, no estan subjectes a la presència d'un element emissor i un de receptor, ni a la necessitat que aquests comparteixin un codi i un context. El context és essencial des del moment que el llenguatge és un codi sintètic, és a dir, que amb pocs elements pot construir una infinitat de significats però, per això mateix, no hi ha una correspondència única, estable, entre significat i significat (de Vega, 1992: 276, 279). Per tant, la comprensió del llenguatge es pot considerar com una forma de raonament en què el resultat final s'extreu a partir de la combinació del missatge emès, les intuïcions per part de l'element receptor sobre l'estat de l'element emissor, el context, el coneixement del llenguatge i l'experiència prèvia del món. Com que el llenguatge és ambigu, l'element receptor utilitza la redundància dels diferents estímuls per formar una hipòtesi sobre el significat el més acurada possible.

Així, una altra diferència entre llenguatge i representacions mentals és la seva asimetria funcional (de Vega, 1992: 288). Les representacions mentals són més riques i indiferenciades que l'expressió verbal perquè contenen totes les informacions necessàries per acomplir la seva tasca –esquemes, teories implícites, imatges, continguts semàntics...– i, per tant, la seva expressió verbal haurà de passar per una fase prèvia de selecció i síntesi. En canvi, precisament perquè el llenguatge és sintètic, l'activitat de representació serà, en comparació, molt més complexa perquè, en primer lloc, ha d'integrar informacions diverses –context, codis no verbals de gestos i expressions...– per tal de completar el significat però, a sobre, hi afegirà continguts cognitius totalment subjectius –connotacions, interpretacions suggerides per l'experiència prèvia o les pròpies concepcions. La majoria de les persones creu que tot això és automàtic i no

costa cap esforç, però hi intervenen diferents mecanismes cognitius complexos –com ara els que permeten segmentar els sons en paraules dotades de significat o bé els que permeten interpretar els gestos corporals per captar la intenció de la frase– que involucren diversos centres cerebrals i que s’han d’adquirir a través d’un aprenentatge d’anys. És més, segons demostra la comparació de la velocitat en l’adquisició del llenguatge “natural” i el llenguatge per signes, el segon s’aprèn molt més ràpidament (Fischler i Firschein, 1987: 170). Això significaria que, en el fons, el nostre desenvolupament lingüístic queda retardat per la parla, ja que exigeix un control neuromuscular superior, que no s’ha establert definitivament fins els tres o quatre anys.

Durant els anys setanta es van dur a terme diferents tipus d’experiments que demostraven que els processos cognitius lligats a les imatges mentals eren diferents dels processos lingüístics i que, per consegüent, es podien assimilar a una experiència quasi perceptiva més que no pas a una descripció verbal (Mayor i Moñivas, 1992b: 547). Totes aquestes evidències, juntament amb els resultats psicopatològics i neurològics sobre especialització hemisfèrica, anirien a favor de la teoria del codi dual de Paivio, demostrant que hi ha una part del nostre coneixement del món que mai no s’expressa verbalment i que els dos sistemes poden treballar independentment.

Tal com hem vist fins ara, les representacions mentals i el llenguatge verbal no mantenen una correspondència mecànica, sinó que la seva reciprocitat és asimètrica i, en el cas del llenguatge, està condicionada per les limitacions pragmàtiques del context comunicatiu. Tanmateix, això no és suficient per resoldre definitivament la qüestió de la seva relació i és així com s’ha establert un debat al voltant d’aquest tema, en què el grau de proximitat entre llenguatge i representacions està determinat per una de les tres postures teòriques que explicaré a continuació.

La primera teoria és la de la **modularitat del llenguatge** i propugna, basant-se en les evidències esmentades ara mateix, que es tracta de d’un mòdul independent, és a dir, especialitzat i impermeable. Un dels principals representants d’aquesta línia conceptual és Noam Chomsky, nascut el 1928 i pare de la gramàtica generativa, que va situar la lingüística en el centre dels estudis de Psicologia cognitiva. Segons ell, el llenguatge és un mòdul mental altament especialitzat i totalment característic de l’especificitat evolutiva de l’espècie humana. La presència d’estructures universals en totes les llengües seria l’evidència a favor del seu innatisme. La discussió sobre si el llenguatge és una capacitat innata o apresada en el medi cultural és antiga. Per exemple, el psicòleg conductista B. F. Skinner defensava la idea tradicional que el llenguatge s’adquiria a través de l’analogia amb els patrons observats durant la infància però hi afegia la intervenció del condicionament operant (Fischler i Firschein, 1987: 161). En canvi, Chomsky postulava que els bebès humans neixen amb la capacitat d’adquirir els llenguatges als quals estan exposats des que neixen i no cal cap instrucció de tipus formal perquè el cervell posseeix la habilitat de derivar les regles i estructures gramaticals apropiades (Fischler i Firschein, 1987: 162).

L’estudi de les frases complexes produïdes pels infants demostra que no es tracta d’una còpia del que fan els adults sinó que apliquen les seves pròpies regles de manera sistemàtica i que adquireixen les normes convencionals a través de l’experiència. A més, els experiments dels anys 70 amb bebès prou petits com perquè la immersió en el medi encara no els hagi afectat demostra que les cries humanes posseeixen unes capacitats gramaticals innates que els permeten percebre el llenguatge, encara que no

parlin. Això s'ha pogut constatar gràcies al descobriment que els bebès no responen a les gradacions contínues en les propietats acústiques del senyal sinó a categories fonètiques discretes (Fischler i Firschein, 1987: 163). Aquest mecanisme lingüístic innat és universal i llavors, la immersió en un medi específic els fa retenir la capacitat de respondre només a aquells fonemes que apareixen en el seu llenguatge nadiu. Una altra evidència a favor de l'innatisme de la sintaxi prové dels estudis realitzats amb animals. El descobriment que, a més dels macacs i les mones, altres mamífers –la xinxilla– posseeixen la capacitat de percebre categories fonètiques ha portat Aslin [(Aslin, Pisoni *et al.*, 1983), citat a (Fischler i Firschein, 1987: 163)] a conjecturar que si altres mamífers més allunyats posseeixen la percepció categòrica auditiva, significa que es va adquirir relativament aviat en el procés evolutiu, molt abans del desenvolupament del llenguatge oral propi de l'espècie humana. Per tant, les característiques del nostre llenguatge són degudes, en part, al fet que el sistema auditiu dels mamífers està dissenyat per discriminar i categoritzar fàcilment aquests sons. Precisament, s'ha pogut demostrar que els primats superiors segmenten el món físic en categories bàsiques anàlogues a les nostres, però són incapaços de manipular conceptes abstractes, com ara categories jeràrquiques o estructures analògiques (de Vega, 1992: 288).

Tanmateix, l'especial complexitat de la sintaxi humana no implica necessàriament que sigui deguda a una estructura cerebral innata ni especialitzada. Anem per parts. Començant per l'innatisme, els estudis amb bebès demostren la plasticitat de l'estructura cognitiva humana i la importància de l'aprenentatge; en altres paraules, que no es tracta d'una capacitat unitària, sinó que en el moment de néixer només tenim unes preadaptacions biològiques poc formades i obertes a qualsevol canvi i és progressivament, a través de la immersió en un medi concret, que s'especialitzen i “perdem” aquelles capacitats que no necessitem. Algunes d'aquestes preadaptacions bàsiques serien la imitació, les habilitats relatives a l'ús d'eines i les habilitats de comunicació preverbal, com ara els gestos indicatius (de Vega, 1992: 289). És molt simptomàtic que els ximpanzés entrenats lingüísticament no mostrin espontàniament l'actitud d'assenyalar un objecte mentre es miren l'interlocutor/a, com sí fan els nens/es humans (de Vega, 1992: 289). Això significa que les capacitats innates, que Chomsky associa amb la modularitat del llenguatge, no justifiquen l'adquisició d'un sistema tan complex des del punt de vista sintàctic i semàntic però, si més no, estableixen el marc pragmàtic de la comunicació. Personalment, em decantaria per una concepció constructivista més que no pas innatista del llenguatge; l'inconvenient és que, quan intentem buscar les respostes a la teoria piagetiana ens adonem que no va dedicar gaire atenció a la sintaxi i, en tot cas, la va subordinar a l'adquisició de les operacions a nivell cognitiu.

Pel que fa a l'especialització, la seva concepció radical del llenguatge prové del fet que, per raons fonamentalment metodològiques però també per certs pressupòsits conceptuals, Chomsky es va centrar de manera gairebé exclusiva en la sintaxi, que sí mostra característiques marcadament modulares (de Vega, 1992: 279). Però el fet que, si escollim el nivell d'abstracció adequat, tots els llenguatges naturals mostrin una (suposada) estructura interna anàloga com a resultat d'una evolució convergent, no és criteri suficient per deduir-ne la modularitat del llenguatge. El fenomen observat pot ser degut a les característiques generals del sistema cognitiu, que és capaç de produir patrons cognitius seqüencials altament especialitzats en l'acompliment de tasques específiques –com ara la música, la dansa o les matemàtiques– sense que es considerin capacitats innates o subsistemes cognitius independents (de Vega, 1992: 290). Des

d'aquest punt de vista, la sintaxi es podria considerar com qualsevol altra invenció cultural, destinada a resoldre un problema específic. I aquí és on entra la segona explicació possible: que hi hagi una convergència deguda a les lleis físiques imposades per l'espai dels problemes amb què s'enfronten les comunitats humanes (de Vega, 1992: 281). Així doncs, les característiques sintàctiques reflectirien les propietats d'una cosmogonia que és similar en totes les cultures perquè totes s'enfronten a les mateixes necessitats biològiques i socials bàsiques. En qualsevol cas, els projectes d'I. A. destinats a construir ordinadors que parlin com les persones han demostrat que el nostre llenguatge és més que un diccionari associat a un conjunt de regles de producció i, per tant, que Chomsky treballava amb una concepció del llenguatge excessivament idealitzada.

Una forma de superar les limitacions del radicalisme semiòtic de Chomsky i evitar de caure en el determinisme mediambiental seria acceptar una concepció més restringida de la modularitat, com ara la que plantejava Fodor (Fodor, 1983) i que he exposat anteriorment quan tractàvem la percepció visual. En el cas del llenguatge, la modularitat es limitaria a l'anàlisi bàsica dels *inputs* verbals orals i, per tant, la primera fase de la comprensió del llenguatge sí que seria automàtica, eficient, obligatòria, inconscient, impermeable als altres sistemes i estaria localitzada des del punt de vista neurològic (a les àrees de Wernicke i Broca). Aquesta fase primària de la interpretació del llenguatge inclou dos elements (de Vega, 1992: 281): la fonologia, és a dir, la segmentació dels sons en unitats discretes que, precisament, es desenvolupa en la primera infància, molt abans de l'adquisició del llenguatge; i el lèxic, l'accés al significat dels termes que, segons els experiments és automàtic i inconscient, tot i que, en la selecció d'una entre les diferents possibilitats lèxiques, hi intervenen processos *top-down*. Pel que fa a la sintaxi, els experiments de Fodor no han pogut demostrar la seva modularitat i, per tant, no han servit per reforçar la tesi de Chomsky: la modularitat del llenguatge es redueix a una part molt petita de tot el procés que, en la seva major part, estaria regit pel sistema de representacions central (de Vega, 1992: 282).

Les altres dues teories es decanten per la continuïtat funcional entre el llenguatge i les representacions mentals, però es distingeixen pel fet que posen l'èmfasi en un o altre element. La primera és la **teoria del llenguatge com a derivat de les representacions mentals**. Les teories constructivistes actuals, tal com plantejava a les crítiques a l'innatisme de Chomsky, proposen que tant la producció com la comprensió del llenguatge estan guiats per processos de dalt a baix i no només per processos de baix a dalt, és a dir, per paràmetres conceptuals i no únicament per les dades. Una demostració d'aquest fet seria l'ús de metàfores: segons alguns autors, la metàfora no és un fenomen exclusivament lingüístic, sinó que reflecteix el funcionament bàsic del nostre sistema de representacions que, quan ha de representar realitats abstractes, es recolza en el còmput d'analogies (de Vega, 1992: 283).

Jean Piaget, del qual parlarem més extensament en l'apartat sobre aprenentatge, va portar molt més enllà aquestes concepcions mixtes actuals perquè ell considerava que el llenguatge acomplia un rol subsidiari respecte de les operacions mentals més complexes realitzades pel sistema de representació (de Vega, 1992: 283). La prova seria que els infants són capaços de comunicar-se i manipular de manera eficient el seu entorn molt abans d'adquirir el llenguatge i, per poder acomplir aquestes accions, cal que posseeixin alguna forma de representació interna. Aquestes representacions no correspondrien als esquemes sensorimotors –perquè només es produeixen en presència dels estímuls

immediats i, per tant, no hi pot haver transformació simbòlica— sinó a la percepció dels objectes com a entitats constants, la consciència de la causalitat i la planificació molt primària d'algunes tasques senzilles (de Vega, 1992: 283). El desenvolupament del llenguatge estaria associat a la irrupció de la funció semiòtica, a partir dels divuit mesos d'edat (de Vega, 1992: 284). La funció semiòtica es manifesta a través de jocs simbòlics, imitacions sense model de referència, el dibuix espontani, etc., és a dir, activitats que s'allunyen de l'experiència immediata i impliquen operacions mentals abstractes (de Vega, 1992: 284). En altres paraules, el llenguatge no depèn de la presència biològica d'un mòdul especialitzat sinó del desenvolupament de la capacitat general de representació. El problema del constructivisme piagetian és, en primer lloc, que no explica pròpiament com es desenvolupa el llenguatge sinó que es considera un epifenomen i, com a tal, es fa derivar de les representacions mentals. Per altra banda, l'ontogènesi d'aquestes pateix el mateix problema que tota la teoria global i és que considera que està governada per processos rígidament pautats, autorregulats, que descriu molt detalladament però no explica les causes ni deixa lloc per la influència del context cultural, com sí va fer Vygotsky.

La darrera teoria també postula la continuïtat funcional entre el llenguatge i les representacions mentals però, contràriament a l'anterior, considera que són les **representacions mentals les que estan determinades pel llenguatge**. La presència de llenguatge està directament relacionada amb la percepció visual, perquè nosaltres no veiem el món com un continu sinó que el hi reconeixem en objectes, que agrupem en categories. La presència d'aquestes classes ens permet organitzar i augmentar el nostre coneixement de la realitat. Segons Benjamin Lee Whorf [(Whorf, 1956), citat a (de Vega, 1992: 275, 285) i a (Fischler i Firschein, 1987: 165)] això significa que conceptualitzem el món a través de paraules i, per tant, que la nostra manera d'entendre'l està determinada per la llengua pròpia de cada cultura. Per demostrar-ho, Whorf va basar-se en l'estudi comparatiu de la llengua de diverses comunitats natives nord-americanes realitzat per Edward Sapir i va proposar la hipòtesi de la relativitat lingüística, que sosté que les divergències observades no són una simple diferència formal, sinó que evidencien la presència de marcs conceptuals diferents; per tant, com que les llengües són diferents, els membres de cada cultura posseiran una concepció del món lleugerament diferent.

Actualment, la radical teoria de Whorf, oposada tant a Chomsky com al constructivisme de Piaget, no té gaire acceptació perquè ben aviat van sorgir altres estudis empírics que van refutar la major part de les seves conclusions¹⁵¹. Per exemple, Eleanor Rosch [(Rosch, 1977), citada a (Fischler i Firschein, 1987: 166)] va demostrar que les diferències entre cultures no eren tan importants i que totes provenien d'una partició del món universal. En aquest sentit, és molt interessant descobrir que hi ha molta més variabilitat en els verbs, que són els components semàntics més importants, que no pas en els substantius (de Vega, 1992: 285). I malgrat això, no hi ha diferències tan grans entre llengües i cultures —podem traduir del català al japonès sense gaire dificultats—, potser perquè les diferències entre cultures no són degudes a l'arbitrarietat del sistema lingüístic sinó a les imposicions del medi o l'experiència (de Vega, 1992:

¹⁵¹ Fa vint anys Bloom (Bloom, 1981) citat a (de Vega, 1992: 286) va tornar a posar sobre la taula la hipòtesis de Whorf perquè considerava que potser s'havia rebutjar prematurament. Els seus estudis comparatius sobre la comprensió de la contrafactualitat entre el Xinès i l'Anglès el van portar a suggerir que potser la diferència en la conceptualització del món no es troba tant en els elements lèxics com en els gramaticals.

286). En conclusió, el llenguatge seria una conseqüència i no pas una causa, originada per la informació específica que s'ha de gestionar necessàriament per sobreviure en un medi concret. Per altra banda, el fet que els infants entre un i dos anys puguin agrupar i ordenar objectes basant-se en relacions físiques i funcionals demostra que, encara que no puguin donar-los nom, la categorització del món és innata (Fischler i Firschein, 1987: 164). Per tant, tal com afirma Arnheim (Arnheim, 1986: 40), conceptualitzem el món de manera abstracta i això és el resultat inevitable de la nostra percepció. Les persones amb lesions a la part posterior del cervell poden veure pertorbada la seva capacitat d'anomenar i classificar els objectes perquè s'ha interromput l'associació entre les diverses modalitats sensorials que intervien en l'acte d'anomenar (Fischler i Firschein, 1987: 164). Però això no significa que no reconeguim de quin objecte es tracta i el puguin manipular adequadament. Quan mirem una tassa, no pensem "tassa", sinó que sabem de quin objecte es tracta i per què serveix. Per tant, el reconeixement de l'objecte es produeix en àrees cerebrals que només passen pels centres de la parla quan és necessari. La prova més evident és que els primats han donat mostres de pensament productiu –classificació, associació, raonament...– i, en canvi, no parlen.

Rudolf Arnheim (Arnheim, 1986: cap. 13) desenvolupa aquesta idea i intenta explicar quina funció aconsegueix el llenguatge en relació amb la percepció i les representacions mentals. Segons hem vist anteriorment, la realitat ens apareix com un continu i ens calen entitats discretes per manipular-lo. El llenguatge pot assistir el sistema cognitiu en aquesta funció tot estabilitzant i preservant les entitats intel·lectuals provinents dels sentits (Arnheim, 1986: 248), especialment a través de la categorització. Donar nom a una cosa significa incloure'l en una categoria obtinguda mitjançant un procés d'abstracció, que té a veure amb el grau de generalització amb què es tracta una situació concreta (Arnheim, 1986: 251). Com que tendeix a assenyalar categories més funcionals que formals, va més enllà de l'aparença i contribueix a compensar la tendència de la percepció a veure les coses com a formes pures (Arnheim, 1986: 253):

“La enunciación verbal solidifica la imagen más precaria y abstracta”.

Així doncs, com ja havien suggerit altres crítiques al determinisme lingüístic de Sapir i Whorf, aquest rol tan important influeix en l'organització del pensament però no és determinant. La principal virtut del medi visual és que conté les quatre dimensions de representació de la realitat, mentre que el llenguatge és unidimensional i, per tant, orienta els conceptes perceptius en una successió lineal (Arnheim, 1986: 258). El llenguatge s'utilitza linealment perquè cada paraula o conjunt de paraules fa referència a un concepte intel·lectual i aquests només es poden combinar de manera successiva. Si el llenguatge condicionés la nostra percepció o representació del món, aquesta seria estrictament lineal.

Crec que un dels principals inconvenients de la hipòtesi de Whorf és que es basa en una concepció excessivament mecànica de la relació entre representació mental i llenguatge natural, i ja hem vist a l'apartat sobre “semblances i diferències” que no hi ha una correspondència exacta entre aquests dos subsistemes cognitius. Un autor que intenta superar aquest inconvenient és Vygostky, per qui les representacions mentals no es podien identificar amb els signes lingüístics, tot i que no va arribar a especificar quin format tenien (de Vega, 1992: 287). Vygostky va mantenir una viva polèmica amb Piaget per la qüestió del solipsisme cognitiu, ja que considerava que els condicionaments biològics eren irrellevants en el desenvolupament cognitiu: allò que

veritablement el determinava era la interacció social (de Vega, 1992: 287). Com que la forma de comunicació en aquest entorn és el llenguatge, l'autor deduïa que els processos mentals superiors es derivaven del llenguatge. Així doncs, mentre Piaget veia en els gestos de la infància preverbal un procés individual de construcció de la realitat, Vygotsky els interpretava com a demostració d'un paper social actiu, d'una situació comunicativa que proporcionava als infants les regles pragmàtiques de la comunicació i influïa en el desenvolupament de les seves capacitats intel·lectuals. Els experiments realitzats per Bruner [(Bruner, 1984), citat a (de Vega, 1992: 287)] mostren un desenvolupament de les capacitats comunicatives paral·lel al que va descriure Piaget, però en cap cas no sembla que l'adquisició del llenguatge derivi de la construcció de categories.

Així doncs, aquest apartat ens porta a la conclusió que el llenguatge i les representacions mentals estan relacionats però no es pot advocar a favor d'un determinisme unidireccional. Havent descartat que pensem únicament a través de produccions verbals, el següent pas és dilucidar si les imatges intervenen en el raonament o bé, si com afirmen els cognitivistes, el nostre pensament es basa exclusivament en la lògica proposicional abstracta. Abans de continuar he d'aclarir que el raonament no és un altre mòdul de l'arquitectura cognitiva, tot i que l'estructura d'aquest apartat indueix a entendre-ho així. L'objectiu de tota aquesta secció és comprendre la ubicació funcional de les imatges en el nostre sistema cognitiu per tal de poder deduir si la RV, tal com l'hem definida, hi manté alguna analogia que justifiqui el seu ús per la construcció de coneixement.

II.3.6.2.4.8. Les imatges mentals i el raonament

“Raonament”, “cognició”, “pensament”, “coneixement” o “resolució de problemes” són diverses maneres –de vegades amb connotacions lleugerament diferents– d'anomenar el nostre processador central, amodal i genèric, potser allò que alguns identifiquen amb la consciència o l'ànima... De tots aquests termes, el més habitual és el de “raonament” perquè reflecteix el paper que s'atorga a les representacions mentals en general i a les imatges en particular. El raonament es podria definir com l'habilitat d'utilitzar esdeveniments actuals i passats per planificar accions, deduir fets basant-nos en el coneixement emmagatzemat i reconstruir l'entorn a partir de les dades sensorials (Fischler i Firschein, 1987: 37). És a dir, que el nostre intel·lecte treballa manipulant representacions mentals a diferents nivells, de la mateixa manera que a través de les nostres accions manipulem el món real.

Les recerques sobre intel·ligència han permès d'elaborar una teoria general segons la qual ens relacionem amb el món a través de paradigmes, és a dir, estratègies globals que ens permeten reduir la complexitat estimular de l'entorn tot seleccionant només aquella que és rellevant per tal de resoldre un problema concret (Fischler i Firschein, 1987: 13-14, 37-39). Els estudis a partir de pacients epilèptics que han patit intervencions quirúrgiques al cos callós del cervell mostren que cadascun dels dos hemisferis està preparat per resoldre els problemes de manera diferent. L'hemisferi esquerre utilitza un paradigma seqüencial o lògic, que només té en compte una petita part de les dades disponibles en cada moment i, per aquest motiu, es dedica als problemes que es poden descompondre en parts més o menys independents, com ara la comprensió i producció del llenguatge, el raonament lògic, la planificació i el sentit del temps. L'hemisferi dret,

en canvi, utilitza un paradigma paral·lel o “gestaltista” perquè posseeix una capacitat més globalitzadora i es dedica a problemes generals o de síntesi, com ara els de naturalesa perceptiva –identificació d’imatges, raonament visual i analògic, sentit del cos i coordinació. Aquesta perspectiva general no obsta el fet que el raonament sigui la funció intel·lectual que menys es coneix i és per això que s’ha posat un èmfasi especial en l’analogia computacional a l’hora de construir un model explicatiu. Una de les teories presentades afirma que les neurones aconsegueixen una doble funció: individualment, actuen com a connectors lògics i cèl·lules de memòria d’una computadora digital; però, quan cal, es converteixen en components d’un enginy computacional distribuït que executa algorismes recuperats de la memòria al servei d’un objectiu general (Fischler i Firschein, 1987: 39).

Clàssicament, el raonament s’ha dividit en inductiu i deductiu que, al seu torn, està format per dos grans sistemes: les matemàtiques i la lògica deductiva. La Psicologia cognitiva s’ha ocupat d’aquesta darrera i ha desenvolupat tres línies diferents: la inferència transitiva o sil·logisme lineal, el sil·logisme categòric i el raonament proposicional (Mayor i Moñivas, 1992b: 543). De totes tres, ens interessa la primera perquè permet analitzar la funció de la imatge en el raonament. La inferència transitiva es basa en els sil·logismes lineals o sèries de tres termes, en què les dues premisses contenen un terme comú que permet relacionar-les i respondre a una pregunta sobre els elements que no estan relacionats. S’han proposat diferents models explicatius sobre el funcionament cognitiu per resoldre aquests sil·logismes: operacional, lingüístic, de la imatge i mixt. Presentaré només un breu resum dels tres darrers cadascun perquè a nosaltres ens interessa l’anomenat “model dels nivells de representació”. El model lingüístic i el de la imatge estan oposats perquè, tot i que el funcionament bàsic proposat és el mateix, l’element operatiu clau és, respectivament, la proposició lògica (verbal) i la imatge. En el model de la imatge, la persona visualitzaria les relacions entre els elements a partir de l’establiment d’un d’aquests com a ancoratge de les comparacions (Mayor i Moñivas, 1992b: 544). El model mixt combina els dos anteriors perquè considera que els termes de les premisses es descodifiquen en proposicions lingüístiques per després codificar-les en proposicions espacials (Mayor i Moñivas, 1992b: 544).

El “model dels nivells de representació” va ser proposat per Rivière com a solució a les llacunes que mostraven els anteriors [(Rivière, 1986), citat a (Mayor i Moñivas, 1992b: 545)]. Aquest autor concep el raonament com una construcció i comprovació progressiva de representacions cada cop més profundes, integradores i allunyades del codi sensorial. A mesura que fallen les hipòtesis “superficials” s’estableixen representacions més profundes fins que una s’adiu amb les dades i llavors s’estabilitza el procés. Per tant, el raonament no és unidimensional, sinó que treballa amb representacions a diversos nivells. Això explicaria els resultats contradictoris en què incorrien els models anteriors quan, per exemple, (Mayor i Moñivas, 1992b: 545) el model mixt podia explicar millor que el lingüístic la latència de les respostes però en, canvi, no predeia tan exactament com ell els errors de les proves. En aquest model, el concepte d’imatge fa referència als components quasi - perceptius i conscients que poden acompanyar els processos d’integració de la informació a un nivell profund, quan han fracassat les hipòtesis generades per la projecció de les premisses en representacions més superficials i cal recórrer a representacions més abstractes (Mayor i Moñivas, 1992b: 545). Pot sorprendre el fet que les imatges es considerin representacions més abstractes que les expressions verbals llegides o sentides, però hem de tenir en compte que, segons alguns autors, el seu component icònic no és producte

directe de la percepció sinó que es tracta d'una representació mental alternativa que es construeix a la memòria operativa a partir de les informacions emmagatzemades a la memòria semàntica per tal de comprendre millor les relacions del sil·logisme. En el fons, aquesta capacitat es basa en una característica general de la relació entre llenguatge i pensament que ja havia sortit a l'apartat anterior i és que la comprensió del llenguatge apel·la a les nostres representacions internes, amb la particularitat que ara es tracta d'un procés conscient que recorre a un tipus de representació concreta i potencialment més adequada per resoldre la tasca, les imatges.

II.3.6.2.4.9. Conclusions

Com ja he anat comentant al llarg dels diferents apartats sobre les imatges mentals, la meva conclusió personal sobre les imatges mentals s'hauria de situar dins una tendència mixta, tot i que amb algunes diferències, que l'apropen puntualment a les teories analògiques. Per començar, no estic d'acord amb Pylyshyn quan cataloga les imatges mentals com a resultat involuntari d'altres processos cognitius. Crec que hi ha suficients evidències empíriques que demostren que són reals i funcionals. Les imatges mentals constitueixen un pont entre l'àmbit proposicional i el visual del nostre sistema cognitiu: la percepció proporciona les imatges però aquestes també es poden crear *ex novo* a partir d'informació abstracta, tot i que llavors no contindrà detalls totalment exactes que permetin una visualització contínua, sinó que s'assignaran característiques a parts concretes i deslligades les unes de les altres. Des del punt de vista de la memòria, opino que ha estat un error anomenar-la "semàntica" perquè les seves connotacions lingüístiques o proposicionals impedeixen considerar la possibilitat d'emmagatzemar altres tipus d'informació que no sigui abstracta. Al meu entendre, la memòria a llarg termini hauria de considerar-se "multimodal" perquè pot guardar diferents tipus d'informació –verbal, visual, abstracta– amb què després es realitzaran operacions concretes que, atesa la naturalesa amodal del sistema cognitiu, és molt possible que siguin proposicionals o, encara més, totalment abstractes. Això ja no ho sabria dir; considero que, fins i tot el model lògic (proposicional) és una analogia explicativa del sistema cognitiu humà extreta de la I. A. que no reflecteix la naturalesa física real del seu funcionament, tot i que posseeix un gran poder epistemològic, especialment pel cas que ens interessa, ja que la RV es basa, precisament, en el paradigma de la màquina intel·ligent.

Però tampoc no estic d'acord amb Finke quan planteja la possibilitat que l'espai mental sigui euclidià. Les evidències empíriques sobre les transformacions mentals i el paper de la nostra estructura funcional semàntica demostren que no preservem o treballem amb una mètrica idèntica a la realitat sinó amb una topologia similar, tot i que és molt possible que les distàncies euclidianes es puguin invocar voluntàriament quan la tasca ho requereix expressament. Això invalida el principi d'equivalència espacial en la majoria dels casos, però no pas el d'equivalència transformacional, sempre que considerem que hi opera un isomorfisme de segon grau.

Pel que fa a la funcionalitat de les imatges, crec que les evidències de la vida quotidiana, a més dels experiments, demostren que les imatges no són un simple subproducte sinó que participen activament en diverses tasques, tot i que la seva intervenció pot ser voluntària o involuntària. A continuació enumero –per raons de

claredat del discurs– les activitats cognitives en què es fa necessària la participació d'imatges mentals:

- Recuperació d'informació espacial emmagatzemada a la memòria: és la funció més elemental, per exemple en relació amb la revisió o inspecció mental de la realitat.
- Resolució de problemes, especialment en les fases inicials del procés o bé quan la tasca és desconeguda, perquè s'acostumen a buscar models analògics guardats a la memòria que serveixin de guia (Mayor i Moñivas, 1992b: 535).
- Comparacions mentals i altres tasques associatives (Mayor i Moñivas, 1992b: 535), tal com queda reflectit al model dels nivells de representació de Rivière que, al meu entendre, explica adequadament de quina manera les imatges mentals poden participar en certs tipus de raonament.
- Manipulació o simulació mental d'operacions que impliquen transformacions físiques d'objectes (Mayor i Moñivas, 1992b: 535). És una funció que s'activa permanentment i, possiblement, de manera inconscient, perquè és imprescindible pel reconeixement d'objectes però també es pot posar en marxa voluntàriament quan es fan previsions o planificacions de tipus espacial.
- Representació de la bidimensionalitat o la tridimensionalitat dels món físic per operar sobre la base d'aquestes dimensions (Mayor i Moñivas, 1992b: 536).
- Desenvolupament cognitiu de les persones. La imatge constitueix un altre codi de representació de la realitat, a mig camí entre la representació motora pròpia del estadi més infantils i el llenguatge, com a pas previ per adquirir-lo (Piaget i Inhelder, 1948). És una de les formes d'aprenentatge més elementals i universals, que la majoria dels nostres pares i mares han fet servir intuïtivament, assenyalant-nos objectes reals o imatges en un llibre sense paraules i pronunciant la paraula que les designa.

Així doncs, la meua postura de cara a justificar els avantatges o inconvenients de la RV des del punt de vista cognitiu partirà de la premissa que les imatges mentals existeixen i juguen un paper funcional rellevant en diversos fenòmens psicològics, entre els quals cal destacar, en el nostre context d'anàlisi, la percepció, la recuperació d'informació espacial o mètrica codificada a la memòria a llarg termini, l'aprenentatge i el raonament.

Pel que fa a la relació entre el llenguatge i les imatges mentals, crec que les aportacions de Piaget, Whorf, Vygotsky i Bruner permeten d'arribar a la conclusió que la influència entre aquests dos subsistemes cognitius no és unidireccional i, per tant, novament, em situaria dins una postura intermèdia entre el determinisme lingüístic de Whorf i el solipsisme de Piaget. Els estudis ontogenètics demostren que les categories són innates, la qual cosa significa que les representacions mentals són anteriors al llenguatge. El fet que les capacitats lingüístiques només siguin innates i modulars en una petita proporció i, en canvi, depenguin de la interacció social per al seu desenvolupament definitiu seria una evidència a favor de la hipòtesi que, en un primer moment, les representacions poden condicionar el llenguatge però, a mesura que la

persona creix, en interacció amb el món, aquest també influeix en algunes maneres de concebre el món. De totes maneres, això no significa que pensem amb paraules. Crec que la nostra arquitectura cognitiva manipula continguts semàntics, molt més abstractes i rics que les paraules, ja que porten associats altres tipus d'informació –icònica, procedimental, etc. Una comprovació es pot dur a terme intentant pensar a través de la producció verbal: ens de seguida ens adonem exigeix un esforç, que és més lent i menys immediat que el pensament habitual i, fins i tot, que les imatges, que es poden portar a la memòria activa de manera quasi automàtica i, a més, ja porten una càrrega semàntica associada, tot i que és implícita.

II.3.6.3. Mapes cognitius i orientació espacial

En l'apartat anterior hem començat a endinsar-nos en la representació “literal” del món, a través de les imatges mentals. Aquí arribarem al final del camí amb l'explicació sobre la tridimensionalitat, que està directament relacionada amb l'aspecte que tractàvem al final de l'apartat: la funcionalitat de les imatges. L'ús de mapes cognitius o la construcció de models mentals destinats a l'orientació espacial constitueixen una forma específica de les imatges mentals que, precisament, és l'aspecte que toca més de prop la RV. La pregunta de partida que justifica l'existència d'aquest apartat és la següent: atès que totes dues representen –una internament i l'altra externament– l'entorn tridimensional, s'apropen les RV als nostres mapes cognitius? Presentaré aquí la informació proporcionada pels estudis psicològics i veurem les seves implicacions per la RV en l'apartat sobre RV i cognició.

La funció dels mapes cognitius és crear una representació interna actualitzable dels entorns complexos, que en preservi certes propietats topològiques, mètriques, qualitatives i procedimentals de manera que puguem memoritzar i reconèixer els objectes i les relacions espacials entre ells per tal de dur a terme adequadament les nostres activitats en el medi (Carreiras, 1992: 395). El terme presenta l'inconvenient de ser equívoc per les seves connotacions euclidianes, que indueixen a assimilar la representació interna a un mapa cartogràfic, quan diversos experiments han mostrat que no és tan exhaustiu ni complet, està distorsionat, és discontinu, funciona amb posicions relatives i no proporciona una “panoràmica” global des d'un únic punt de vista –normalment a vista d'ocell– sinó una visió fragmentària i formada des de diverses perspectives (Carreiras, 1992: 375-376). Tot i amb això, no tenim cap problema a l'hora de desplaçar-nos en el medi. Per aquest motiu es posa cada cop més en entredit la seva analogia física amb la realitat i es rebutja la precisió com a criteri de bondat de la representació (Carreiras, 1992: 395, 399). En altres paraules, no cal que els nostres mapes cognitius siguin un reflex perfecte de la realitat perquè puguem resoldre amb èxit les tasques que hi duem a terme i s'accepta que els diferents tipus d'espais requereixen construccions i processos cognitius diferents, que són responsables de la diferència respecte del mapa i, en darrera instància, de la realitat. L'objectiu dels mapes cognitius no és pas la representació exacta de l'entorn sinó l'optimització de les limitades capacitats d'emmagatzematge i processament del nostre sistema cognitiu a l'hora de sobreviure en el medi. Per això convé un sistema de representació interna flexible, que s'adapti sense problema a les diferents situacions. Per exemple, si una persona ha d'indicar a una altra el camí a seguir per anar a la Plaça Catalunya des de l'altra punta de Barcelona, no només tindrà en compte la distància mètrica i la localització absoluta en un plànol de la ciutat sinó que, coneixent com es “comporta” Barcelona a les set de la

tarda, sospesarà altra informació de caràcter no locacional, com ara el trànsit, la rapidesa i freqüència dels diversos transports públics, les condicions climàtiques, l'hora de tancament de les botigues, etc.

Una de les aproximacions més importants a l'hora de comprendre el funcionament dels mapes cognitius és l'estudi de l'adquisició del coneixement espacial. Aquest tipus d'informació es pot adquirir per dues vies: a través de l'experiència directa o bé mitjançant els artefactes culturals que l'espècie humana ha inventat, com ara brúixoles, sextants, GPS i, sobretot, mapes. La RV es situaria dins aquesta segona categoria però no tinc notícia que s'hi hagi dedicat cap estudi específic.

Comencem per l'experiència directa. El contacte amb l'entorn proporciona tres tipus de coneixement, que difereixen quant a l'aspecte del medi que representen i les tasques que permeten acomplir (Carreiras, 1992: 377-378):

- **Coneixement de llocs de referència:** els llocs de referència estan constituïts per punts de l'entorn que obtenen la seva rellevància del fet que al seu voltant es coordinen decisions i accions en l'espai. Aquest coneixement inclou informació sobre els detalls visuals de llocs específics i s'adquireix bastant aviat però, tot i que és fonamental per orientar-se en ambients a gran escala, es mostra insuficient a l'hora de construir una representació articulada.
- **Coneixement de rutes:** proporciona aquesta articulació ja que es basa en seqüències de decisions per anar d'un lloc a un altre. Inclou la representació visual de llocs presents al llarg de tota la ruta, els canvis de direcció i les accions que cal realitzar en cada punt. Per tant, es tracta també d'un coneixement de tipus experiencial.
- **Coneixement configuracional:** es pot adquirir directament consultant un mapa, ja que és exactament el tipus d'informació que aquest proporciona, tot i que també es pot assolir a través de molts contactes amb el medi, que vagin completant una visió general que integri tots els punts de vista fins que sigui possible substituir el coneixement de base procedimental pel coneixement abstracte sobre la configuració del medi. La principal diferència amb els dos anteriors és que, en aquest cas, es podran realitzar previsions sobre llocs no percebuts, a través de la inferència.

Els estudis de psicologia evolutiva [(Siegel i White, 1975) citat a (Carreiras, 1992: 377)] han mostrat que l'adquisició d'aquests tres tipus de coneixement és progressiva i seqüencial. Així, el primer que aprenen els infants aprenen a través de les seves accions és on es troben i quins llocs existeixen en cada moment. En un segon moment relacionaran aquests espais a través de les rutes que els uneixen i, per tant, construiran un mapa cognitiu fragmentari, puntuat pels llocs on fan les seves activitats – principalment la casa, l'escola, etc. En un tercer moment seran capaços/es de formar agrupacions de llocs i relacionar correctament els que es troben dins de cada grup, però no pas establir relacions entre els grups. Finalment, amb la comprensió d'un sistema de referència fix i coordinat, s'assoleix una representació global de l'ambient. Així doncs, l'evolució dels mapes cognitius no és altra cosa que una transformació dels sistemes de referència, que passen de ser egocèntrics a estar centrats en els objectes, com si la persona es distanciés progressivament de l'entorn fins a assolir un sentit "objectiu" de

les relacions espacials (Carreiras, 1992: 383). De totes maneres, alguns autors no estan d'acord amb aquesta metàfora del mapa mental i defensen, basant-se en altres experiments realitzats, que els dos sistemes de referència són independents entre ells i que l'augment en la precisió del coneixement d'un lloc no portarà necessàriament a la substitució per un sistema abstracte; en realitat s'utilitzen diversos sistemes de referència fixos o locals, vinculats a grups específics de llocs i, només en aquells casos en què la configuració del lloc ho permet, s'acabarà construint un mapa global abstracte (Carreiras, 1992: 384-385).

La Psicologia també ha estudiat el paper que juguen les diferències personals en la construcció dels mapes cognitius i s'ha vist que existeix una notable variabilitat individual. A través de la psicometria, s'han pogut identificar variacions en la precisió de l'orientació i la visualització de relacions espacials, però una de les diferències més importants es troba en les estratègies emprades per a l'adquisició i ús del coneixement en la resolució de problemes espacials (Carreiras, 1992: 388). Els experiments han demostrat que la tria d'una determinada estratègia depèn de variables externes, però també de l'estil de cada persona. Així, a l'hora de realitzar estimacions, orientar-se i recuperar informació emmagatzemada a la memòria, aquelles amb un predomini visual - perceptiu obtenen millors resultats que les que s'inclinen per l'estil verbal - analític (Carreiras, 1992: 388).

L'augment de la precisió i estructuració del mapa cognitiu no només depèn de l'edat i les característiques individuals, sinó que també es veu influït per altres factors que afecten el nivell de familiaritat amb el medi, com ara el temps de contacte i el tipus d'interacció (Carreiras, 1992: 381). Els experiments de laboratori han mostrat que les persones que adquireixen el coneixement espacial directament del medi estimen amb més precisió les distàncies entre rutes i l'orientació, mentre que els qui l'adquireixen a través de mapes, posseeixen una concepció més precisa de les distàncies en línia recta i la situació dels llocs (Mayor i Moñivas, 1992a: 474). Evidentment, no hi ha una opció millor que l'altra, sinó que la seva bondat dependrà de la tasca a complir. Tanmateix, si el que ens interessa és la capacitat de comprendre el medi i avaluem aquesta comprensió a través de la reconstrucció posterior, crec que els experiments advoquen –tot i que amb alguns matisos– pel contacte directe: la reproducció d'una ciutat per part d'un grup escolar era millor quan hi havia passejat per dins però, sobretot, si disposaven d'una visió panoràmica, com si fossin gegants passejant per un món més petit (Carreiras, 1992: 382). Això facilita l'adquisició del coneixement espacial global perquè no s'han d'anar integrant perspectives parcials, com és el cas quan no és té tota la realitat perceptible a l'abast però es manté la relació directa amb l'entorn. Per tant, com ja havia esmentat anteriorment, la morfologia del medi també és un factor que influeix en l'adquisició del mapa cognitiu: com més complex és, més tard es substitueix l'orientació egocèntrica per la configuracional, perquè es triga molt més a adquirir els coneixements necessaris per realitzar el procés d'abstracció (Carreiras, 1992: 384).

Un altre exemple de la influència del tipus d'interacció el proporcionen els experiments destinats a estudiar si la construcció del mapa cognitiu és un procés inconscient o conscient. La conclusió és que es tracta d'una activitat conscient que destina més recursos a determinades configuracions espacials: la localització relativa dels llocs és més complexa que no pas la de les rutes (Carreiras, 1992: 382). Que sigui una activitat conscient pot significar que es veurà afavorida quan el procés està ben pauta per aconseguir l'objectiu. Efectivament, les estimacions de distàncies per part de

nens i nenes en edat preescolar van ser més precises quan es controlaven els seus desplaçaments i es guiava la seva visió, que no pas quan se'ls deixava deambular sols o només es dirigien els seus moviments (Carreiras, 1992: 382).

La segona forma d'adquirir coneixement sobre el medi és mitjançant artefactes culturals, especialment, els mapes. La representació espacial construïda a partir de l'estudi de mapes és similar a la que resulta de la memorització de lletres o dibuixos perquè consisteix en un panorama bidimensional de les relacions espacials mètriques observades des d'un punt de vista concret (Carreiras, 1992: 385). Aquest sistema permet assolir un mapa cognitiu configuracional de forma molt ràpida i també la realització d'estimacions sobre distàncies molt precises, però també presenta l'inconvenient de la manca de flexibilitat, ja que amb el contacte directe s'integren diferents perspectives, que es poden invocar en funció de la situació. En canvi, aquí s'ha estudiat a partir d'una de sola i llavors caldrà realitzar transformacions mentals de rotació, etc. perquè el mapa concordi amb l'entorn, ja que s'ha demostrat que tant als infants com als adults els és més fàcil orientar-se quan els mapes reals estan alineats amb l'espai que representen (Carreiras, 1992: 385-386).

Els experiments comparatius sobre adquisició del coneixement espacial són molt reveladors. Les persones que havien memoritzat un mapa eren més eficaces a l'hora de situar punts concrets i calcular distàncies, mentre que els que s'havien desplaçat en l'entorn real s'orientaven millor i valoraven més correctament la distància de rutes. Això no obstant, la superioritat del primer grup desapareix a mesura que el segon augmenta el temps de contacte amb l'entorn, però no es produeix el mateix resultat a la inversa, és a dir, quan s'incrementa el temps d'estudi del mapa i s'avalua la capacitat d'orientació (Carreiras, 1992: 386). Això significa que, en qualsevol cas, el contacte directe amb l'entorn és capaç de proporcionar un mapa cognitiu complet i flexible, que permet estimar distàncies, situar llocs, orientar-se i preveure rutes. L'únic "inconvenient" és que demana temps d'experiència, i moltes vegades aquesta variable no es troba a disposició de la persona. Per exemple, quan arribem a una ciutat desconeguda. En aquestes situacions, el que ens interessa és "començar pel final" i obtenir ràpidament un sistema d'orientació global que ens permeti desplaçar-nos eficientment; després, a mesura que ens anem familiaritzant amb el lloc, abandonarem el plànol i ens guiarem per un mapa cognitiu que integri progressivament les diferents perspectives percebudes a través de l'experiència amb la informació memoritzada originalment a través de la guia de carrers.

Naturalment, els mapes cognitius aixequen amb més força que mai el debat sobre el format de representació subjacent perquè es refereixen a la interacció amb les característiques espacials de l'entorn. A l'hora de resoldre aquesta qüestió, apareixen novament les tres postures anteriorment descrites: analògica, proposicional i mixta. Totes les explicacions porten a la conclusió intuïtiva que els mapes cognitius són representacions analògiques de la realitat, especialment quan permeten orientar-se i realitzar estimacions mètriques. Una evidència a favor d'aquesta postura prové dels experiments que demostren que el temps de reacció per explorar mentalment el trajecte entre dos llocs és una funció lineal de la seva distància real i de la quantitat de llocs que conté (Carreiras, 1992: 389). Tanmateix, les dades empíriques no recolzen l'opció analògica de manera concloent i irrefutable. Per exemple, han revelat que el coneixement espacial és discontinu, esquemàtic, inconsistent i només algunes parts

preserven les propietats mètriques. En la majoria de casos, la subjectivitat intervé per falsejar els càlculs (Carreiras, 1992: 390):

- En general, les estimacions de distància no s'acomoden al principi de simetria perquè no es considera igual la distància d'un punt a un altre quan es calcula al revés. En alguns casos, per exemple, hi influeix la direcció: es considera més llarg el camí cap a la perifèria que cap al centre de la ciutat.
- També és sobreestima la distància segons la quantitat de girs, d'interseccions o de trams que contingui la ruta.
- Els dibuixos de rutes mostren la tendència a regularitzar els traçats i suavitzar les corbes o a dibuixar com a rectes angles que no ho són.

De totes maneres, la imprecisió dels mapes cognitius no és una característica intrínsecament negativa, sinó que està estretament relacionada amb la flexibilitat i la consegüent capacitat d'actualització. L'execució en l'espai d'una acció planificada es basa en la comparació constant entre les dades provinents del medi i les informacions sobre procediments, característiques dels objectes i relacions entre ells emmagatzemades a la memòria (Carreiras, 1992: 395). El pla pot ser poc precís degut a la manca d'informació sobre l'entorn, però anirà perfilant-se a mesura que s'executa i s'obtenen noves dades que completen el mapa cognitiu. Per tant, el mapa cognitiu no és una entitat estable, sinó el producte, en un moment particular, d'un procés dinàmic que interrelaciona percepció i acció (Carreiras, 1992: 396).

Totes aquestes evidències demostren, segons la postura proposicionalista, que el mapa cognitiu no s'ajusta a una mètrica euclidiana, sinó que s'organitza en unitats conceptuals formades per llocs poc significatius relacionats amb un prototipus. El record és un altre dels arguments que els proposicionalistes esgrimeixen per recolzar la seva teoria. Sembla que les persones recorden la situació geogràfica dels llocs a través de processos inferencials que passen, successivament, de demarcacions territorials més grans a demarcacions més petites (Carreiras, 1992: 391). Per tant, la informació espacial no estaria emmagatzemada com una imatge sinó en categories estructurades jeràrquicament. En canvi, alguns autors no consideren que els resultats dels experiments invalidin completament la representació analògica: en el cas de les asimetries, les discordances observades podrien ser degudes als processos de recuperació i, per tant, l'error no estaria contingut al mapa pròpiament dit (Carreiras, 1992: 390). De totes maneres, no deixa de ser contrari a les lleis de l'eficàcia que la distorsió aparegui durant la recuperació i manipulació d'una informació que en origen és precisa i consistent. Per altra banda, es respon a l'evidència sobre la localització de llocs afirmant que no es tracta d'una única imatge fixa sinó de diverses imatges, que corresponen a diferents unitats territorials, amb parts superposades i codificades a escales diferents; com que la relació espacial entre els llocs no està explícitament emmagatzemada, caldria inferir-la a partir d'operacions mentals complexes que, en el seu transcurs, podrien generar les distorsions observades (Carreiras, 1992: 392). Comparant una i altra opció sembla que el model proposicional ofereix una explicació més elegant i senzilla, ja que evita molts dels problemes que sorgeixen de la concepció estrictament analògica per als quals s'ha de trobar una explicació a part. Per exemple, les evidències empíriques no són contràries a la reducció de la informació a un format proposicional que, a més, reflecteix

els criteris d'economia i eficiència de qualsevol sistema biològic, perquè no cal emmagatzemar explícitament totes les possibles relacions espacials sinó que es poden inferir a partir d'un coneixement esquemàtic (Carreiras, 1992: 392).

Crec que, novament, el debat està emmascarat per la no correspondència d'algunes argumentacions, especialment en relació amb la memòria. Els estudis han demostrat que el coneixement espacial que conforma el mapa cognitiu està emmagatzemat a la memòria a llarg termini, però la memòria a curt termini també juga un paper important en l'adquisició de nova informació, els processos d'orientació i la planificació d'accions en el medi (Carreiras, 1992: 389). En la meua opinió, el coneixement sobre llocs i el coneixement seqüencial es basen més en informació visual, mentre que el configuracional, com que és abstracte, utilitza recursos d'aquesta mateixa mena, tot i que, davant d'una tasca concreta, per tal de facilitar els càlculs, podem intentar crear un mapa mental visual a partir de la informació abstracta. La capacitat de visualitzar llocs demostra que la memòria guarda informació de tipus semàntic, que pot ser alhora visual i proposicional. Per tant, no s'ha de confondre la naturalesa de les operacions amb el format de la informació emmagatzemada: és possible que les operacions es realitzin proposicionalment, però manipulen informació de tipus semàntic i visual. Una prova d'això seria la construcció d'un mapa cognitiu configuracional a partir de la integració d'informacions perceptives.

Per tant, la solució mixta es basa en la consideració de dos aspectes que encaixen malament en qualsevol concepció extrema. En primer lloc, la presència i interrelació de dos tipus d'informació. El mapa cognitiu no guarda únicament dades sobre relacions espacials sinó també sobre ús, funció, característiques qualitatives que influeixen en les estimacions sobre distàncies. És més, les persones són capaces de construir mapes força precisos a partir de descripcions verbals molt completes (Carreiras, 1992: 393), la qual cosa demostra que la visualització no és imprescindible. Per altra banda, els mapes cognitius són dinàmics. Això significa que incorporen informació sobre les operacions associades amb els elements del medi, amb l'objectiu de planificar accions alternatives destinades a la resolució de problemes situats en l'espai. Aquesta és una tasca que inclou informació declarativa –visual, verbal, etc.– sobre les característiques del medi i informació procedimental sobre l'ordre i les accions a acomplir. L'avantatge de posseir aquests dos tipus d'informació dins els mapes cognitius és que, per exemple, cada vegada que volem anar al carrer Pelai no hem de visualitzar la seva ubicació a la plana de Barcelona i començar a construir *ex novo* models de conducta sinó que aquesta informació ja està emmagatzemada juntament amb la de tipus espacial i es completa amb experiències successives o nous processos d'inferència, que es validarien amb la recuperació d'informacions de caràcter analògic. El model mixt podria quedar confirmat pels experiments amb persones cegues, que són capaces de crear i transformar representacions espacials de manera anàloga a la resta de la gent. Això significaria que la representació espacial no té necessàriament un format visual sinó que es basa en construccions o seqüències cognitives amodals però que tampoc no es poden identificar amb les proposicions de les teories de la memòria semàntica (Carreiras, 1992: 394).

II.3.7. Realitat Virtual i cognició

II.3.7.1. Introducció

Per entendre quina funció pot acomplir la RV des del punt de vista intel·lectual, hem hagut d'abordar dos aspectes diferents de la cognició. En primer lloc, la seva relació amb la percepció: ja hem vist que el procés perceptiu, es pot dividir en dues fases, una de bàsica en què es processen de manera automàtica i inconscient els estímuls visuals primaris i una altra de "superior" en què intervenen altres mòduls del sistema cognitiu per tal de reconèixer els objectes, guiar la conducta, etc. Com que no som simples receptors/es passius/ves, la intervenció d'aquestes dues fases no és rígida sinó que podem considerar que la percepció es troba a la cruïlla entre els processos de baix a dalt, guiats per les dades, i els processos de dalt a baix, guiats per l'intel·lecte. L'altre aspecte de la cognició designa aquelles activitats mentals que no es deriven directament de la percepció sinó que manipulen les informacions emmagatzemades a la memòria amb alguna finalitat concreta, principalment, el raonament. De la mateixa manera que a través de la conducta manipulem el nostre entorn, el nostre intel·lecte genera diferents tipus de construccions mentals, anteriors a les accions físiques, que ens permeten comprendre el món i intervenir-hi. Aquestes construccions reben el nom de representacions i hem dedicat bona part de l'apartat anterior a descriure la seva naturalesa i funcionalitat per tal de poder abordar la qüestió que guiava, en darrera instància, tota la segona part de la cognició: entendre com pensem.

Tots aquests debats i conclusions justifiquen la seva presència perquè parteixen de la suposició que si la RV manté alguna analogia amb el nostre funcionament cognitiu i, a partir d'aquí, el supera o complementa, podrà ser útil des del punt de vista dels processos d'ensenyament / aprenentatge. Havent establert aquest marc psicològic general i també com funciona el llenguatge de les imatges externes, la resta de capítols permetran d'avaluar si, a més, és útil en el cas de l'Arqueologia i, encara més concretament, si és útil en el cas dels museus d'Arqueologia, que és un dels àmbits en què més s'ha introduït la RV com a recurs museogràfic. En aquest apartat revisaré la relació de la RV amb el nostre sistema cognitiu des d'un punt de vista alhora descriptiu i funcional.

II.3.7.2. Representacions mentals i raonament

Els estudis de Psicologia cognitiva ens mostren que, en realitat, no pensem ni amb imatges ni amb paraules, sinó que les nostres representacions mentals són abstractes, però poden generar voluntàriament un dels dos codis, tal com afirmava Paivio amb la seva "teoria del codi dual". És en aquest punt que té sentit fer intervenir la RV per descobrir quines semblances l'apropen al nostre sistema cognitiu.

Per començar, i des d'una perspectiva general, la RV comparteix amb les representacions internes la funció com a representació del món per manipular, planificar o construir coneixement. Pel que fa al debat entre proposicionalistes i analogistes respecte del tipus de representacions amb què treballa el nostre sistema cognitiu i la veritable naturalesa i funció de les imatges mentals, la tria d'una concepció intermèdia no només segueix les tendències de la recerca actual, sinó que convé a la RV perquè, en

un debat que considerés estrictament els models analògic i proposicional clàssic, ens seria impossible decantar-nos per una o altra postura: la RV conté característiques de totes dues. D'una banda, està formada per imatges tridimensionals que actuen de manera analògica respecte del món real –tot i que també pot infringir, a voluntat, les lleis de la física– i això la vincula a les imatges mentals i els mapes cognitius. De l'altra, es regeix per la lògica inferencial a dos nivells: el del sistema declaratiu que controla el funcionament del món virtual i el del sistema d'abstracció matemàtica propi de l'ordinador que li permet realitzar operacions molt diverses, com ara les que caracteritzen la RV, en què es barregen imatges i proposicions. Precisament, aquesta estructura encaixa amb la de les representacions procedimentals i els models mentals present en el nostre sistema cognitiu, que també està formada per la combinació operativa de dades i regles emmagatzemades a la memòria.

Mentre que les “representacions” tenen una connotació més descriptiva, els “models mentals” entren de ple en la qüestió funcional. Els models mentals es defineixen en Psicologia cognitiva com la representació d'una part del món en un format que permet la simulació interna dels processos externs i que, conseqüentment, porta a extreure conclusions i a realitzar prediccions (Mayor i Moñivas, 1992a: 453). Els models científics compleixen aquesta mateixa funció, amb la diferència que, en lloc de ser interns, són externs i, en el nostre cas concret, generats computacionalment, amb tots els avantatges i inconvenients que això comporta i que ja hem esmentat en el capítol de definició de la RV. Si repassem una per una les característiques dels models mentals, ens adonarem que concorden perfectament amb les característiques de la RV tal com l'hem definida:

- És un model explicatiu analògic.
- Format per dos tipus de coneixement, abstracte i sensorial. El primer està situat en diferents nivells –regles de funcionament intern de la reconstrucció, relacions estàtiques i dinàmiques entre els components de la imatge, interpretacions dels elements icònics, etc.– i el segon és de tipus eminentment visual.
- El seu principal potencial és la simulació dinàmica.
- També detalla clarament les dades i els processos. En aquesta explicitació dels components estructurals i metodològics rau, tal com afirmen alguns dels impulsors de l'Arqueologia virtual, el seu valor metacognitiu de cara a l'evolució del discurs científic.
- Finalment, la utilitat dels models mentals en relació amb les aplicacions de tipus espacial, que és precisament, la característica principal de la RV, sobretot en la seva aplicació arqueològica.

En l'apartat referent a les imatges i el raonament, esmentava la inferència transitiva com a un dels vessants de la deducció més estudiats en Psicologia. En relació amb aquest tipus de raonament, podem dir que la RV també permet realitzar comparacions –mètriques, de situació, de textura, etc.– entre elements amb l'avantatge que es poden quantificar i sistematitzar gràcies a la capacitat computacional i dels ordinadors i al fet que són programables.

En conclusió, podem considerar la RV és adequada des del punt de vista cognitiu perquè constitueix un model mental extern, no tant com a conseqüència de la participació de les imatges –aquesta era la meua pregunta inicial– com de la seva funció de simulador. Hem de reconèixer que aquesta idoneïtat no està exempta d’una certa “trampa”, deguda a la interrelació entre la I. A. i la Psicologia cognitiva, ja que en origen aquesta va permetre orientar les primeres recerques cibernètiques, fins que el desenvolupament de les darreres va acabar influint els models explicatius de l’intel·lecte humà. Per tant, és molt possible que hi hagi un cert efecte circular. Això no obstant, el fet que sigui un model extern encara aporta un avantatge respecte dels nostres models mentals: el món reconstruït reacciona, des del punt de vista físic, ontològic, independentment de nosaltres –tot i que sempre conforme a les nostres especificacions– i això el fa més objectiu en el sentit de menys dependent de l’estructura i el funcionament de les nostres representacions mentals. L’externalització de les cadenes de raonament és una de les bases de la validesa de qualsevol paradigma que vulgui ser científic i, en el cas de la RV, es concreta en una de les seves principals característiques: la interactivitat.

II.3.7.3. Imatges mentals i analogia

D’entre les diferents formes de representació mental, les imatges són especialment interessants per la seva evident semblança amb la RV, que en justificaria l’ús des del punt de vista cognitiu: les reconstruccions virtuals serien com un mirall de les nostres representacions internes. Però la relació entre imatges mentals i RV no és tan senzilla i directa. Vegem-ho a través de dos aspectes: la relació amb el llenguatge i l’analogia amb la realitat.

La imatge és, juntament amb el llenguatge, una de les formes principals d’emmagatzematge i manipulació d’informació. La discussió al voltant de les imatges s’ha centrat en la demostració de la seva existència i funció cognitiva. Tant si existeixen com a fragment d’informació que preserva l’estructura literal i profunda de l’entorn percebut, com si només sorgeixen quan s’ha d’accedir a informació semàntica per tal de fer explícites certes propietats contingudes, la imatge millora el rendiment no pas perquè estigui a la memòria sinó perquè crea noves connexions que permeten recuperar informació redundant. Aquesta capacitat de recuperació d’informació semàntica és un avantatge en favor de les imatges i, per tant, en favor de la RV, ja que significa que el seu ús –funcionar com a imatge mental externa– pot activar recursos cognitius que milloren l’aprenentatge. Ara, el que caldria veure és si és convenient estalviar al sistema cognitiu aquesta funció de record icònic, tema que tractarem en l’apartat sobre aprenentatge.

Paivio [(Paivio, 1971), citat a (Mayor i Moñivas, 1992b: 549)] afirma que les imatges mentals permeten recuperar informació sobre objectes que mai no van ser codificats fent servir informació verbal de forma explícita i que la informació codificada icònicament és més fàcil de recuperar perquè la recuperació en imatges perquè la càrrega semàntica ja hi està associada. Tot plegat va a favor de la proximitat funcional de la RV respecte del nostre sistema cognitiu, però val a dir que en les imatges la significació és implícita, mentre que en les expressions verbals és explícita i, a més, aquestes desperten automàticament les imatges mentals. Així, en les reconstruccions virtuals hi ha una part de comprensió lligada a l’aparença icònica i per això funciona

conforme a les regles semiòtiques que caracteritzen les imatges –diferents de les verbals– i que tractarem en el capítol següent. Però, a diferència de l'art pictòric o la interpretació de les escenes del món real, la RV, com que és dinàmica, interactiva i, gràcies a la virtualitat computacional, està formada per diversos nivells d'informació, també conté una part procedimental i matemàtica que regula el funcionament de les imatges i, consegüentment, està explicitant una part de la seva funció semàntica. Des d'aquest punt de vista, la RV complementa les nostres imatges mentals gràcies a la seva capacitat formalitzadora que pren la forma tecnològica i, per tant, es basa en l'analogia bàsica sobre la qual es recolza el paradigma de l'I. A.

En comparació amb el llenguatge, les imatges poden semblar superades per la qüestió de la significació explícita. Això no obstant, el llenguatge verbal presenta dos inconvenients importants: el primer, que el seu significat és explícit però arbitrari, mentre que en les imatges la comprensió és automàtica perquè es basa en les primeres regles sobre la realitat apreses a partir del naixement; el segon, que el llenguatge és lineal, mentre que les imatges virtuals són quadridimensionals. La reflexió sobre la funció de les imatges i com s'aplica això a la RV ens porta un punt de contacte amb el llenguatge. Arnheim (Arnheim, 1986: 264) afirmava que mentre que la percepció visual funciona en quatre dimensions, el llenguatge, que té com a funció estabilitzar les percepcions, només pot treballar en una dimensió perquè els seus continguts són de tipus intel·lectual i, per tant, només es poden relacionar de manera successiva. Parlar de dimensions o de successió implica també fer referència a una qualitat perceptiva visual. Però el llenguatge escrit està format per signes i no pas per imatges. Així, quan afirmen que “l'ordinador és sobre la taula”, no hi ha una qualitat visual intrínseca sinó dos conceptes successius lligats per uns connectors que ens permeten fer-nos una idea mental de la realitat. Un altre exemple: “mentre escrivia aquestes paraules contemplava per la finestra les cases del seu nou barri”. Segons entenem, les accions eren simultànies, però no ens ho han indicat les característiques pictòriques de l'enunciat, ja que, en ell, les accions estan plasmades seqüencialment. Això no obstant, comprenem correctament que les accions s'esdevenien alhora perquè el llenguatge verbal no es compon simplement de paraules sinó de significats (Arnheim, 1986: 264). Això comporta un desavantatge respecte de les representacions visuals –ja que aquestes són isomòrfiques respecte de l'entitat real i el llenguatge, no– i, en conseqüència justifica la idoneïtat de la RV per representar fenòmens arqueològics (espacials i temporals).

Com acabem de veure, la RV és parcialment assimilable a les imatges mentals des del punt de vista descriptiu. També ho és des del punt de vista funcional perquè, tot i que aconsegueix la mateixa finalitat operativa, conté un vessant comunicatiu que no existeix en les imatges mentals. La RV és un mitjà de comunicació regit per un codi audiovisual, com en les pel·lícules però, a diferència d'aquestes, és interactiu. No és privat ni tant flexible com les representacions mentals, sinó que està limitat per la rigidesa del sistema comunicatiu i les necessitats imposades per la implementació tecnològica, que li confereixen el seu valor científic. Resumint-ho en un joc de paraules, l'inconvenient i l'avantatge de la RV prové del fet que és menys virtual que les nostres representacions mentals.

A priori, per mi l'analogia constituïa l'element clau, el punt de contacte entre la RV i el nostre sistema cognitiu, que podia justificar l'aptitud la tecnologia de reconstrucció per l'aprenentatge de l'Arqueologia. El desenvolupament de l'apartat referit a les imatges mentals ha demostrat hi ha altres elements de justificació, però ni aquesta

constatació ni les conclusions sobre les capacitats analògiques del sistema cognitiu han desbancat completament aquesta qüestió, sinó que l'han transformada. La visualització d'imatges mentals és una operació conscient que es realitza en determinades situacions, sovint relacionades amb tasques o informació de tipus espacial però, en realitat, les imatges mentals no presenten una analogia de primer grau sinó que la transformació o manipulació serà contínua si ho forcem perquè la forma operativa habitual és semàntica i, per tant, discreta i imprecisa. Per altra banda, la RV tampoc no simula completament la nostra percepció de la realitat ni tampoc les imatges mentals perquè, com acabem de veure, és menys flexible i abstracta. Això no és un impediment per fer servir la RV, ben al contrari, ja que podríem considerar que, com qualsevol construcció científica, la RV potencia a través d'una extensió artificial, un aspecte específic del nostre intel·lecte: en aquest cas uneix les capacitats operatives de les estructures proposicionals amb la mètrica euclidiana, que és la part que mancava a les imatges mentals a l'hora d'acomplir les operacions relacionades amb l'espacialitat que són, precisament, les que caracteritzen la Geografia o l'Arqueologia. Així doncs, a l'hora de la veritat, la RV es situa a mig camí entre les nostres representacions mentals i la realitat perquè conté propietats de totes dues que, integrades en el dispositiu computacional es tornen complementàries. Cal tornar a repetir que el que hem guanyat en precisió euclidiana ho hem perdut en flexibilitat, ja que ara ha desaparegut completament l'abstracció pròpia del nostre sistema cognitiu, que és capaç de realitzar operacions amb conceptes poc definits o relacions aproximades. Tanmateix, aquesta rigidesa convé totalment a la Ciència que basa la seva condició de veritat o, més exactament, de refutabilitat, en la precisió i l'explicitació de tots els detalls.

II.3.7.4. Mapes cognitius i espacialitat

Des del punt de vista de l'espacialitat, la RV presenta l'avantatge que combina característiques de les representacions internes –mapes cognitius– i de les externes –mapes– perquè com les primeres és flexible i pot adoptar diferents perspectives en funció de la tasca, però la seva mètrica és euclidiana i, per tant, permet realitzar càlculs precisos sobre distàncies. La diferència fonamental entre els mapes cognitius i la RV és que els primers són fragmentaris mentre que la segona està formada per una base geomètrica contínua que la capacita per resoldre problemes de tipus més matemàtic. Si no fos així, no tindria validesa científica, mentre que els mapes cognitius no necessiten aquesta precisió mètrica per accomplir la seva funció. La diferència quant a la funció d'una i altre ens servirà per cloure aquest apartat.

Els estudis sobre l'adquisició de coneixement espacial són especialment rellevants per al nostre estudi ja que permeten situar el paper de la RV en l'aprenentatge de l'espacialitat. Una primera impressió que es desprèn de la teoria evolutiva és que el desenvolupament de les capacitats espacials es produeix sempre dins una tendència quantitativa contínua, provinent del contacte directe, mentre que la concepció cartogràfica és una construcció cognitiva “artificial”, és un canvi qualitatiu que es genera a partir d'un coneixement molt profund de l'entorn o bé s'integra o es superposa amb l'ajut d'eines externes i permet realitzar inferències sobre llocs amb què mai no hi ha hagut una experiència directa. El coneixement configuracional suposa la coordinació de rutes dins una estructura de referència objectiva (Carreiras, 1992: 379), que és exactament la funció que aconsegueix la RV dins la perspectiva ecosistèmica de Forte.

Així, la reconstrucció virtual és alhora un marc de referència objectiu i també un espai percebut, en funció del tipus de RV o de l'escala a la qual ens movem.

Aquesta diferència entre espai objectiu i subjectiu es reflecteix en els experiments de laboratori, que han demostrat que un contacte directe proporciona una concepció espacial diferent de l'observació a vista d'ocell. Un i altre estan implicats en tasques diferents, que la RV pot satisfer però caldria distingir-hi entre tipus: la *Desktop RV* s'apropa més als mapes convencionals i, per tant, permetria un bon coneixement de les relacions globals, enteses des del punt de vista de la mètrica euclidiana; la RVI, en canvi, com que presenta un component immersiu, s'aproparia, segons el grau de realisme i d'interactivitat, a un coneixement del medi més experiencial, tot mantenint la informació mètrica. Nogensmenys, cal tenir en compte que la RV no suposa un contacte directe amb l'entorn perquè, per molt de realisme i immersió que s'aconsegueixin, sempre ens trobarem amb una reconstrucció visual plana, en la qual manquen les altres percepcions pròpies de la interacció amb el món real, especialment les de tipus tàtil. En qualsevol cas, la RV podria guiar aquest desenvolupament successiu del coneixement espacial ja que, gràcies a la seva flexibilitat i dinamisme (navegació), permetria avançar progressivament des del coneixement dels llocs de referència a la comprensió abstracta, cartogràfica, de l'entorn reconstruït; amb l'avantatge que no quedaria en l'àmbit de les imatges mentals sinó que es podria verificar físicament a la pantalla per corregir o reforçar l'aprenentatge de l'espai configuracional.

Però, realment, aportaria alguna cosa la presència de la RV en un context d'aprenentatge? La perspectiva constructivista (Piaget i Inhelder, 1948) va establir una base general tot descrivint de quina manera les habilitats espacials es desenvolupaven amb l'edat i l'experiència. Posteriorment, també s'ha comprovat que l'educació i l'entrenament també són factors que hi contribueixen (Mayor i Moñivas, 1992a: 476). Els experiments que verificaven si la construcció de mapes cognitius és un procés conscient han demostrat que una activitat guiada comporta millors resultats que una deambulació lliure (Carreiras, 1992: 382). Això significa que la RV posseeix realment una utilitat de cara a l'aprenentatge de coneixements de tipus espacial. Sobretot quan alguns autors assenyalen específicament que les habilitats mentals no només es desenvolupen amb l'experiència física –com opinava Piaget– sinó que també ho fan gràcies a l'experiència simbòlica [(Olson i Bialystok, 1983), citats a (Mayor i Moñivas, 1992a: 477)]. La RV combina aquests dos vessants: el físic - analògic en les imatges i la interactivitat de tipus motor; i el simbòlic en les relacions entre els elements de les imatges, entre imatges diferents i en el discurs construït a partir de la interactivitat “cognitiva” o científica.

Els factors que influeixen en l'adquisició del coneixement espacial són l'edat, la variabilitat cognitiva individual, el temps de contacte i el tipus d'interacció. Pel que fa als dos primers, com que la RV es una tecnologia de simulació computacional, presenta moltes de les característiques de les TIC: en aquest cas, el que ens interessa és la personalització, la capacitat d'adaptar-se a l'estil cognitiu o els interessos de cada usuari o usuària. En relació amb el temps, la RV també surt afavorida, ja que, a diferència del món real, no està subjecta al clima, els ritmes circadians, l'accessibilitat, etc. Això significa que permet repetir una experiència tantes vegades com sigui necessari per adquirir o reforçar un coneixement. Per altra banda, s'ha comprovat que les persones amb un estil visual - perceptiu es desenvolupen millor que les verbals - analítiques (Carreiras, 1992: 388). La RV podria ajudar les del segon grup a través de la inclusió

implícita –a través de *links*, etc.– d'informació d'aquest tipus. Pel que fa al tipus d'interacció, l'avantatge de la RV rau en la capacitat de trencar les regles de la realitat: els experiments demostraven que per una adquisició bona i ràpida del coneixement espacial calia una aproximació mixta, és a dir, que reunís alhora el contacte directe i la percepció global. La RV pot millorar –“augmentar”– la percepció de la realitat combinant una navegació immersiva amb una visió cartogràfica, a través de la reducció de l'escala dels objectes sense adaptar-hi el punt de vista subjectiu o bé superposant a la pantalla un mapa de navegació com es fa, per exemple, en les aplicacions de RA en jaciments musealitzats.

Des del meu punt de vista és considerant-la com a artefacte, que la RV presenta més avantatges. En primer lloc, pot ser com un mapa, amb la qual cosa s'incrementa la rapidesa de l'adquisició de coneixement espacial. A més, sempre estarà alineat perquè el punt de vista de la RV és dinàmic i egocèntric; això facilita la manipulació perquè el propi ordinador realitza les rotacions i allibera l'intel·lecte d'operacions costoses. Però alhora, també pot simular el contacte directe amb el medi, que ja hem vist que proporciona un mapa cognitiu més complet i flexible. Precisament, un altre aspecte important és aquesta flexibilitat, que prové de la capacitat d'alternar vistes diferents, no només en relació amb l'escala mètrica, sinó també qualitativa, a través de característiques perceptives o, fins i tot simbòliques, accessibles directament, mitjançant vincles hipertextuals o transformacions calculades pel processador. En conclusió, la RV reuneix flexibilitat i precisió, amb la qual cosa es comporta com un mapa cognitiu complet i, per tant, sembla apta per ensenyar / aprendre l'espacialitat. Malgrat tot, cal fer dues precisions. En primer lloc, que és millor que un mapa però mai no podrà substituir completament el contacte directe amb el medi perquè, a fi de comptes, no deixa de ser una simulació computacional de la realitat. I, en segon lloc, estretament relacionat amb això, el dubte que es planteja –el mateix que generen actualment les TIC– és si la presència d'un intermediari que facilita moltes tasques motores, intel·lectuals i socials, no és perjudicial per al desenvolupament cognitiu dels humans i humanes en creixement. Aquesta és una qüestió que miraré de resoldre específicament en el capítol sobre aprenentatge. Aquí podem concloure que la RV és adequada des del punt de vista de la recerca científica i, en el cas concret de l'Arqueologia, permetria superar, gràcies a les simulacions immersives de la realitat i a la introducció d'informació qualitativa, la perspectiva processualista i aprofundir en una concepció més postmoderna de l'entorn. En aquest sentit, a mi em sembla una solució epistemològica millor que el GIS.

Una altra qüestió que interessa especialment la RV és la qüestió de la transformació espacial mental. Diversos/es autors/es han insistit en la nostra capacitat de simular conscientment, tant de manera discreta com contínua, els moviments i transformacions d'objectes tal com es produïrien en el món real. Shepard [(Shepard i Metzler, 1971), citats a (Mayor i Moñivas, 1992a: 477)] defensa l'existència d'aquestes operacions mentals demostrant que el tipus d'operacions implicades en les rotacions mentals és diferent de les que es fan servir en altres processos de tipus simbòlic o lingüístic. Així, en la rotació mental participarien dos “sistemes” cognitius: la percepció proporcionaria les imatges, les característiques espacials concretes, i el coneixement procedimental hi posaria les regles operatives (Mayor i Moñivas, 1992a: 477), tal com trobem també en els sistemes de RV. Un altre argument es basa en les evidències experimentals segons les quals hi ha casos en què un mateix patró perceptiu es pot identificar de manera diferent depenent de la seva orientació, és a dir, depenent l'eix de coordenades emprat

(Mayor i Moñivas, 1992a: 477-478). Tal com havíem vist a l'apartat sobre percepció espacial, la informació es codifica segons un sistema de coordenades i, de vegades, coexisteixen eixos alternatius. Per tant, a diferència dels formalismes matemàtics de representació, el sistema cognitiu humà adopta sempre un punt de vista concret que, a l'hora de reconèixer un objecte, acostuma a situar-se en el seu centre gravitacional, tot i que també el pot representar des d'altres punts de vista (Mayor i Moñivas, 1992a: 478). Des d'aquesta perspectiva, la RV s'apropa més al nostre sistema cognitiu que a les representacions matemàtiques perquè també funciona amb un sistema de coordenades flexible, que presenta l'avantatge de poder transformar-se de manera contínua, gràcies al seu dinamisme i interactivitat. Tenint en compte que els estudis [(Shepard i Metzler, 1971) citat a (Mayor i Moñivas, 1992a: 479)] han distingit un mínim de tres tipus d'operacions espacials¹⁵², que la RV també pot realitzar sense problema perquè és una de les seves funcions principals, la RV se'ns presenta com una eina de visualització bàsica ideal des del punt de vista de compatibilitat amb el sistema cognitiu. Amb l'avantatge que, en aquest cas, l'analogia mètrica amb la realitat pot ser total.

Però la funció dels mapes cognitius no és realitzar operacions de transformació d'objectes. Els mapes cognitius serveixen per facilitar conductes adaptatives en el medi i és en aquest punt que jo considero que, en oposició a la concepció ecosistèmica de Forte– difereixen de la RV. Les reconstruccions virtuals científiques tenen com a objectiu l'obtenció de coneixement sobre el medi a través de la interacció simulada. És a dir, que s'han intercanviat els papers: mentre que en el primer cas el coneixement emmagatzemat és un mitjà per aconseguir un objectiu conductual, en el segon cas, la conducta –la interacció– és el motor per generar coneixement, que és la finalitat última del model computacional. Un altre element que els separa és qui pateix l'actualització: mentre que en el primer cas s'actualitza el mapa cognitiu a mesura que ens desplaçem pel medi, en el segon cas, el que es transforma és el medi, ja que la reconstrucció el simula a ell. Aquesta situació es produeix sempre que treballem amb un intermediari cognitiu entre nosaltres i la realitat. Perquè, en el fons, què simula la RV, el medi o els nostres mapes cognitius? Crec que la RV conté algunes característiques que l'allunyen dels mapes cognitius. La RV s'aproparia a la solució mixta del debat sobre el format de les representacions internes, ja que conté dos tipus d'informació –icònica i procedimental– interrelacionats amb l'objectiu de resoldre problemes de tipus espacial. Però la imatge hi juga un paper molt més important, constitueix la base a partir de la qual es realitzen les operacions i la comunicació amb l'usuari; és una reconstrucció de la realitat visualment perceptible a la qual s'associa posteriorment informació d'altre tipus que cal requerir expressament perquè està continguda en un altre lloc. I la diferència més evident es troba en la presència necessària d'una geometria euclidiana contínua a la base dels models virtuals, que no es troba en els mapes cognitius. Des d'aquest punt de vista, la RV s'apropa més a la nostra percepció visual que no pas als mapes cognitius, tot i que, tal com he plantejat a les conclusions sobre el realisme i la RV, aquesta pateix els mateixos problemes de “realisme” que qualsevol altra representació pictòrica humana.

¹⁵² Corresponen a transformacions rígides, com ara les rotacions o les translacions, en què l'objecte manté invariable la seva estructura al llarg de les operacions; les transformacions semirrígides, en què es poden plegar o unir parts discretes; i les transformacions no rígides, en què només es preserva l'estructura topològica global, com és el cas de les deformacions plàstiques.

II.4. Semiòtica de les imatges

II.4.1. Introducció

En el capítol anterior hem analitzat el funcionament perceptiu de les persones i la tasca que duen a terme les representacions mentals per tal de comprovar si, des del punt de vista cognitiu, la RV és adequada o millor que altres formes de representació. La conclusió ha estat que els seus avantatges són més epistemològics que no pas estrictament cognitius i això és degut a la influència de l'entorn computacional. DE totes maneres, en aquest sentit, la RV sembla que es troba en millor situació que altres formes de representació i comunicació perquè reuneix característiques de les imatges externes però també de les internes, com ara la interactivitat i la combinació d'informació icònica i procedimental.

En aquest capítol ens ocuparem ja completament de les imatges externes, que constitueixen el principal element comunicatiu de la RV i la base per poder analitzar-la des del punt de vista de la Semiòtica. Amb l'ajut de les informacions provinents de la teoria de l'Art i audiovisual, la teoria de la comunicació i la lògica matemàtica, proposaré una definició del concepte d'imatge, analitzaré la seva estructura interna – sintaxi– i la manera com es relaciona amb la realitat que representa –semàntica– i faré un repàs molt breu a les diferents funcions que pot acomplir –pragmàtica. Això servirà de punt de partida per analitzar les característiques essencials de la RV i descobrir de quina manera modifiquen els esquemes semiòtics tradicionals.

La qüestió és, ¿per què prendre com a referència bàsica les imatges i no pas la lingüística, si és en aquest àmbit que s'ha desenvolupat més l'anàlisi semiòtica? Doncs perquè, tal com hem vist en el capítol anterior, les característiques de la RV l'apropen més a les imatges o, fins i tot, al món físic, que no pas al llenguatge: és icònica, tridimensional, menys abstracta, isomòrfica, etc., mentre que el llenguatge és lineal, abstracte i simbòlic. És cert que la RV conté un component lingüístic en el seu sistema de programació, però no hem de confondre aquestes regles lògiques amb la comunicació verbal i, a més, hem de tenir en compte que mai no són visibles, sinó que formen part del funcionament intern de la reconstrucció i la comunicació es produeix estrictament a través de les interfícies visuals i motores. En conclusió, agafem les imatges com a punt de partida perquè tenen molt més en comú amb la RV que no pas el llenguatge verbal.

II.4.2. Què és una imatge?

La definició d'imatge és complicada perquè es tracta d'un concepte que integra realitats molt diferents. Algunes definicions posen l'èmfasi en l'aspecte icònic; d'altres, en el suport; d'altres, en el fet perceptiu; d'altres, en la representació de la realitat. Comencem aclarint que, malgrat la seva aparent equivalència, una imatge i una representació no són la mateixa cosa. Com es pot deduir de l'explicació sobre l'arquitectura del sistema cognitiu, el segon concepte correspon a una categoria general dins la qual està inclòs el primer: totes les imatges són representacions però no totes les representacions prenen la forma icònica. Com que no és el meu objectiu aprofundir en

la reflexió filosòfica sobre el concepte de **representació** que, a més, implica la noció d'imatge, proposo la definició general següent, establerta a partir de (A.A.D.D., 2003a; Arnheim, 1986: 240; Villafañe, 1998: 36):

Una representació és un enunciat sobre determinades característiques d'un objecte –en sentit general– que es pot realitzar en diferents nivells d'abstracció. Es pot referir tant a la captació o creació intel·lectual conscient –sota la forma d'imatge, idea, expressió verbal, etc.– com a la seva reproducció física. En qualsevol cas, es tracta d'una experiència sensorial i / o mental i és per aquest motiu que sempre es situa en un nivell d'abstracció superior que la realitat i posseeix un caràcter epistemològic fonamental.

Justo Villafañe (Villafañe, 1998: 30-35) explica com es produeix el procés de modelització creativa de la realitat, en el qual mostra explícitament la intervenció a diferents nivells del sistema cognitiu. Heus aquí un esquema de funcionament del procés:

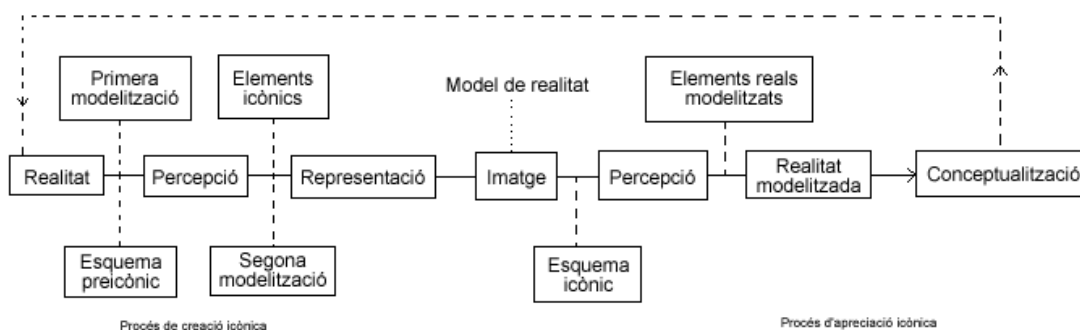


Figura 54: Esquema del procés de modelització de la realitat.

A partir de l'observació de l'objecte, la persona extreu un esquema preicònic, que en recull les característiques estructurals bàsiques. En aquest primer nivell actuen els mecanismes propis de la percepció que ja hem vist anteriorment. La fase següent, la de la creació, implica una operació d'abstracció que es manifesta a través de la selecció d'uns elements plàstics –morfològics, dinàmics i escalars– que hauran de substituir els reals. En el fons es tracta d'una segona modelització basada en la capacitat de reproduir l'estructura perceptiva bàsica de la realitat. Un cop creada la imatge, la seva observació desencadena un procés molt similar al de la percepció inicial, tot i que ara ja no ens trobem en presència de l'objecte real. Però, a partir de la comparació amb les informacions emmagatzemades a la memòria i mitjançant un procés de conceptualització, acceptem que fa referència a una entitat física real de la qual n'és la representació.

Havent vist això, passem a definir el concepte d'**imatge**. Una imatge és, segons la defineixen Manuel Alonso i Luis Matilla (Alonso i Matilla, 1997: 19),

“[Un] conjunto de estímulos visuales organizados espacialmente, de manera intencional o azarosa, que desencadenan en su receptor un proceso de percepción diferente a la suma de los que desencadenarían por separado, y semejante o no al provocado por los estímulos visuales derivados de determinados fragmentos del entorno perceptivo natural.”

D'aquesta definició cal destacar tres coses. La primera, que suposa una organització espacial d'estímuls visuals sobre un suport material, un pla o bé un àmbit tridimensional com ara l'escultura, tot i que també pot incloure la pura energia lluminosa. La percepció d'una imatge es distingeix de la percepció de la realitat perquè sempre hi intervé un suport que fa d'intermediari entre el fragment de món representat i nosaltres (Alonso i Matilla, 1997: 15). Per tant, l'objecte plasmat no correspon a la realitat mateixa sinó que n'és una còpia, una reproducció parcial, mentre que la realitat comença i acaba en ella mateixa. En aquestes circumstàncies, la imatge manté la seva pròpia naturalesa i entitat però també actua, més enllà de la seva materialitat estricta, com a signe de la realitat (Alonso i Matilla, 1997: 23). La imatge estableix, mitjançant un codi basat en certes constants visuals, una correspondència amb la realitat. Aquesta acció es coneix amb el nom de "funció semiòtica" i el seu estudi permet comprendre el llenguatge de les imatges. En totes les imatges intervenen dos tipus de codis comunicatius generals: els que existeixen en la interacció directa i ordinària amb el medi, com ara la gestualitat o la simbologia, i els que són específics de la representació gràfica, com ara la relació compositiva (Alonso i Matilla, 1997: 23), però ambdós tipus actuen després que s'hagi activat el nostre mecanisme bàsic de reconeixement, que ja he explicat al capítol de percepció. La segona cosa a destacar de la definició anterior és la concepció gestaltista de la imatge que hi ha implícita, ja que només es pot considerar com a imatge un conjunt integrat de components bàsics. Una imatge no està formada de percepcions inconnexes sinó que consisteix en una representació significativa. Però aquest terme no implica necessàriament el figurativisme. La tercera cosa a destacar és, precisament, que la definició és vàlida tant per a representacions isomòrfiques de la realitat com per a elements fantàstics o abstractes i que, per tant, no es troben a l'entorn perceptiu natural.

Justo Villafañe adopta l'enfocament més general ja que, precisament per aquesta diversitat de matisos del concepte, intenta proposar una definició que els inclogui tots. Això el porta a afirmar (Villafañe, 1998: 39) que "*toda imagen es un modelo [visual] de realidad*" i a establir una tipologia basada en uns criteris distintius, que permeti precisar la definició inicial, excessivament genèrica. Les imatges es poden classificar en funció dels següents criteris:

- **Origen:** es refereix a la procedència que determina la materialitat i la intencionalitat. Poden ser de quatre menes (Villafañe, 1998: 44): mentals, naturals, creades i enregistrades. Les dues primeres corresponen a imatges sense suport físic –les mentals– o no manipulades –en el cas de les naturals–, mentre que les altres dues pateixen alguna alteració o sorgeixen com a conseqüència d'una acció sobre un suport per part de la persona. Les imatges mentals, de les quals ens hem ocupat llargament al capítol sobre cognició, es poden integrar aquí dins perquè posseeixen un referent sensorial o fan referència a una part de la realitat. Les imatges naturals són les que procedeixen de la percepció ordinària i com que no són la realitat mateixa sinó que corresponen a una imatge plasmada a la retina i interpretada pels nostres centres corticals, també es poden considerar una representació del món. Les imatges creades posseeixen una intenció comunicativa i estan molt més condicionades pel suport físic que les anteriors perquè, precisament, sorgeixen a partir de l'afegiment o extracció de material del suport. Una coincidència amb les imatges mentals és que no necessiten el referent per produir-se. Les imatges enregistrades sí que el necessiten i a més la seva existència implica la transformació important del

material que les suporta, la qual cosa permet un elevat grau d'iconicitat. Són les més complexes i, com les anteriors, també posseeixen una clara intencionalitat comunicativa. La RV s'hauria de situar dins aquesta darrera categoria.

- **Sistema de registre:** es refereix al mètode de creació de la imatge. Són tres (Villafañe, 1998: 45): addició, modelació i transformació. L'addició consisteix en afegir al suport nous elements que van conformant progressivament la imatge: és el cas de la pintura. La modelació consisteix en l'acció contrària, és a dir, la construcció de la imatge mitjançant l'extracció de parts del suport: és el cas de l'escultura o el gravat. La transformació comporta una alteració profunda del suport, com es produeix amb la fotografia. La RV es podria classificar entre la primera i la darrera categories perquè es crea com una pintura però, a més, la imatge final és molt diferent dels senyals electrònics que manipula l'ordinador.
- **Grau d'iconicitat:** es refereix al nivell de semblança amb la realitat (ens n'ocuparem més àmpliament a la secció de semàntica).
- **Estructura:** es refereix a la composició interna i les relacions entre els elements (ens n'ocuparem més àmpliament a la secció de sintaxi).
- **Suport o materialitat:** es refereix als nombrosos tipus de suport material de les imatges, que poden ser, deixant de banda les imatges mentals i perceptives, (Alonso i Matilla, 1997: 59) murals (quadres, cartells, vidrieres, *graffiti*...); personals (tatuatges, maquillatge, vestits...); de procedència editorial (diaris, revistes, llibres, prospectes, segells, cromos, estampes, tapes de discs...); objectes (decorats, escultura, fotografies, maniquins, banderes, senyals de trànsit, cartes, monedes i bitllets, plats, bosses, caixes i, en definitiva, qualsevol objecte susceptible de contenir una imatge); i espectacles (cinema, televisió, videojocs, etc.). La RV es podria classificar en aquesta darrera categoria.

Aquesta classificació també serveix de punt de partida per constatar que existeixen altres conceptes que igualment denoten una representació icònica però que estan situats en un nivell major d'especificitat. Per exemple, Frédo Durand, situat ja dins l'àmbit de la computació, distingeix entre "imatge", "pintura", "visualització" i "*rendering*". Una **pintura** seria (Durand, 2002: 112) una representació visual d'una escena visual que no té per què ser necessàriament precisa des del punt de vista òptic. Això la distingeix de la imatge: per exemple, una casa feta només amb línies de contorn seria una pintura –o, més aviat, un dibuix– però no seria una imatge; com tampoc no ho seria una representació d'un enorme drac amb ales, atès que mai ningú no se n'ha pogut formar una imatge perquè no existeixen a la realitat. La **visualització** és "l'acte de processar o interpretar en termes visuals o posar sota forma visual" (Durand, 2002: 112). Això significa que la principal diferència entre aquest concepte i el de "*depiction*", que designa la producció d'una pintura, és que la visualització pot representar visualment informacions que per elles mateixes no eren visuals, i ho aconsegueix basant-se, principalment, en les metàfores (Durand, 2002: 112). Per tant, des d'aquest punt de vista, la "*depiction*" seria una instància particular de la visualització, de la mateixa manera que la producció d'imatges realistes seria una instància més concreta encara de la "*depiction*". Finalment, el "*rendering*" té a veure amb la creació d'algoritmes i altres mètodes numèrics per la producció automàtica de pintures a partir de la descripció d'una escena (Durand, 2002: 112). El principal objectiu del disseny gràfic

computacional havia estat, des dels seus orígens, l'obtenció de pintures, es a dir, d'imatges idèntiques a la realitat, però d'un temps ençà s'estan desenvolupant tècniques de representació no fotorealista (Durand, 2002: 111; Gooch i Gooch, 2001a: 10-11; Green, 1999: 2-1; Roussou, 2003: 46), els objectius de les quals es confonen amb el de les primeres. És per aquest motiu que Frédo Durand proposa l'ús d'un terme més general, “*computer depiction*”, que inclou totes les activitats relacionades amb la producció de pintures a través dels ordinadors. Totes aquestes distincions són pertinents perquè la definició d'imatge i la resta de termes relacionats conté la llavor d'un debat fonamental sobre l'essència i la finalitat de la RV que ja he esmentat en definir la RV com a representació pictòrica de la realitat i que reprendré amb més profunditat a les conclusions sobre “Realisme i RV” i sobre la interactivitat.

En conclusió, aquest apartat i, especialment, la classificació de Villafañe amb la llista de la darrera categoria, ens demostra que, en la nostra vida quotidiana estem envoltats i envoltades d'imatges significatives, és a dir, que som una espècie visual per efecte biològic, però també de la cultura, especialment a partir del s. XIX amb l'adveniment i generalització popular de la fotografia. Les TIC no han fet sinó portar aquest fenomen a l'extrem i ara hi estem tan acostumats i acostumades que automàticament esperem una comunicació a través de les imatges. Efectivament, la pràctica demostra i diversos estudis confirmen que la iconicitat visual posseeix un enorme valor denotatiu i això li confereix un potencial cognoscitiu però també epistemològic, de validació experimental que, al meu entendre, justifica l'ús científic i pedagògic de la RV.

II.4.3. Sintaxi de les imatges

II.4.3.1. Introducció

La dimensió sintàctica de la comunicació ha estat àmpliament desenvolupada des dels estudis sobre el llenguatge verbal. La Gramàtica¹⁵³ és la branca de la Lingüística que té com a objectiu l'estudi de la forma i la composició de les paraules i la seva interrelació dins l'oració. Concretament, la Gramàtica normativa estableix el funcionament de les parts de l'oració segons les normes de cada idioma i, per tant, permet saber si una llengua s'empra bé o malament. La Gramàtica funcional analitza la manera com s'utilitzen les paraules i quins tipus d'oracions són més adequats en funció del context social en què es fan servir. La Gramàtica descriptiva descriu com estan organitzats els morfemes i també les unitats mínimes de les oracions i els compara amb els de les altres llengües. Les diferents perspectives només estudien els aspectes que posseeixen una estructura i això les distingeix de la semàntica, que s'ocupa dels significats. Un dels estudiosos més importants de la gramàtica va ser Noam Chomsky, que va fundar la Gramàtica generativa transformacional. Aquesta branca consisteix – com ja hem vist a l'apartat sobre representacions mentals i llenguatge – en l'anàlisi dels principis subjacents a les gramàtiques humanes. Recordem que Chomsky distingia entre la “competència” –el coneixement innat que les persones posseeixen de l'estructura lingüística– i l' “actuació” –la manera real de parlar. La seva teoria s'oposa a l'empirisme, que considera que l'origen del coneixement és l'experiència.

¹⁵³ Les explicacions sobre Gramàtica provenen de (A.A.D.D., 2003a).

La Sintaxi es refereix als elements constituents de la imatge i al conjunt de regles que els articulen en una estructura jerarquizada i unitària (aquesta era la diferència bàsica respecte de les proposicions lògiques). La consideració de la dimensió sintàctica d'una imatge pressuposa la seva existència com a representació. Una representació es pot definir, en aquest cas concret, com un equivalent icònic de l'estructura d'un estímul visual (Villafañe, 1998: 94). Si la percepció és una selecció de la realitat, la representació inclou la selecció i disposició d'uns elements materials adequats per "reproduir-la" (Villafañe, 1998: 94). Quins són aquests elements? De la mateixa manera que la imatge es pot classificar en un funció dels seus components materials, també presenta uns elements formals que són els responsables de la significació de la representació. La majoria de partícules que componen aquest alfabet visual provenen de la tradició artística o dels mitjans de comunicació però en part permeten explicar la RV i, sobretot, són interessants per veure què hi aporta aquesta o com els supera, atès que, com hem exposat abans, la RV és hereva de dues tradicions: la dels mitjans de comunicació i la de la pintura occidental. Això no obstant, he realitzat una selecció d'elements i he eliminat aquells que no convenien tant a un model de tipus geomètric perquè es referien al funcionament semàntic propi de cartells publicitaris en què es juga amb la gestualitat, l'enquadrament, l'escenografia, etc.; és a dir, que es basen principalment en la connotació i no tant en la denotació, com és el cas de la RV.

II.4.3.2. Elements morfològics de la imatge

Qualsevol imatge té tres estructures: l'espacial, la temporal i la de relació (Villafañe, 1998: 40). La primera es refereix a les dimensions de la representació i els elements morfològics –punt, línia, pla, textura, color i forma– que es desenvolupen en aquest espai. Aquests elements són els únics que posseeixen una presència material, tangible a la imatge i es combinen per formar objectes dotats de significat que reben el nom de "significants extra-icònics" perquè remeten a objectes i relacions que existeixen fora de la imatge i que aquesta simplement recupera i associa (Hamm, 1986: 17). Vegem-los un per un ja que, tot i que la seva definició prové de l'àmbit artístic, en la majoria de casos són vàlids també per les reconstruccions virtuals.

El **punt** és l'element icònic més simple i, en el cas de la RV, és essencial perquè constitueix la base de tot el que apareix a la pantalla: en una pantalla els objectes es representen a través de trames de punts de colors. Les propietats que el defineixen com a element icònic són la dimensió, la forma i el color, ja que les innombrables possibilitats de variació de cadascuna d'elles li permeten accomplir qualsevol funció plàstica (Villafañe, 1998: 99). Val a dir que l'aspecte dimensional del punt és relatiu ja que varia en funció de la distància. Això es fa molt evident en el cas dels gràfics computeritzats, en què el "zoom" ens permet passar de visualitzar una imatge a escales variables, des d'una reducció molt petita a una ampliació en què cada punt està representat per diversos píxels. A més de servir per dibuixar els objectes, també organitza les relacions geomètriques ja que marca el centre de gravetat de les figures o l'origen del punt de fuga (Villafañe, 1998: 98).

La **línia** és un element visual fonamental perquè aconsegueix dues funcions: assenyala i significa (Villafañe, 1998: 103). La línia és imprescindible per representar la forma però, a més, crea vectors de direcció que condicionen la direcció de lectura de la imatge, distingeix objectes i plans, dóna volum a través de les ombres –que no són sinó una

juxtaposició de línies paral·leles al contorn– i representa la tercera dimensió a través de la perspectiva (Villafañe, 1998: 103-105). Per això s’ha creat una tipologia de línies que inclou aquestes tres categories (Villafañe, 1998: 105-106):

- **Línia d’objecte:** constitueix la materialitat de l’objecte quan aquest és unidimensional.
- **Línia d’ombrejat:** forma trames que confereixen volum als objectes i aporten profunditat al pla de representació.
- **Línia de contorn:** en moltes imatges constitueix la seva definició formal; és a dir, delimita el contorn exterior però no és imprescindible per formar els objectes. En les representacions pictòriques realitzades a partir del Renaixement, va anar desapareixent com a conseqüència de la introducció de noves tècniques més “realistes” –per exemple, l’*sfumatto*– però algunes avantguardes la van recuperar i és necessària –encara que no es vegi– en les reconstruccions virtuals, ja que confirma l’estructura geomètrica bàsica sobre la qual s’enganxen les textures.

El **pla** serveix per designar tant l’espai físic on es situen els objectes, és a dir, l’estructura espacial de la imatge, com l’element morfològic bidimensional limitat per línies o altres plans (Villafañe, 1998: 108). En aquest darrer sentit també posseeix una naturalesa totalment espacial, ja que no només queda lligat a l’espai de la composició, sinó que, a més, es pot interpretar en termes de bidimensionalitat i superfície (Villafañe, 1998: 108). El primer és important de cara a la representació de les dimensions perceptives ja que, si superposem diferents plans, obtenim la tercera dimensió. En realitat, és com si tota la composició estigués formada per plans articulats i per això són fonamentals des del punt de vista de la configuració espacial de la imatge; la segona és essencial perquè suporta altres atributs de l’objecte, com ara el color o la textura.

La **textura** està sovint associada al pla perquè també és un element morfològic superficial. La peculiaritat de la textura és que proporciona dos tipus d’informació sobre l’objecte: tàctil i òptica (Villafañe, 1998: 110). Serveix per sensibilitzar i caracteritzar materialment les superfícies dels objectes i constitueix un element d’ancoratge per comparar el seu realisme (Alonso i Matilla, 1997: 23). Aquesta darrera no només es refereix a les qualitats intrínseques de l’objecte sinó que, com havíem vist a l’apartat de claus pictòriques del capítol dedicat a la percepció, també contribueix a la representació de la profunditat espacial. I no només això. La textura és necessària per la visió estereoscòpica, ja que estableix un punt de fixació sense el qual no seria possible enfocar els ulls: això és el que passa quan mirem un cel uniformement blau o en condicions de foscor absoluta (Villafañe, 1998: 110). Per altra banda, col·labora en la construcció i articulació de l’espai perquè proporciona entitat al pla sobre el qual està situada i, per tant, aconsegueix la seva mateixa funció.

El **color** és per definició un element morfològic de la imatge, ja que permet crear i articular l’espai plàstic de representació. Diem que l’articula perquè l’ordenació de diferents plans cromàtics permet la segmentació del pla original i confereix una sensació de volum o de perspectiva (Villafañe, 1998: 119). El contrast és la propietat més important del color ja que si no existís la variació en la intensitat de llum o de color, seria impossible discriminar espacialment una escena i reconèixer-hi els objectes

presentes (Villafañe, 1998: 119-120). Per tant, quin element és més determinant pel reconeixement dels objectes, el color o la forma? Com ja vàiem al capítol de percepció visual, els estudis han demostrat que, tot i que en els primers mesos de vida el color és més important perquè la capacitat de conceptualització no està completament desenvolupada, la constància perceptiva de la forma acostuma a ser més intensa que la del color.

No és debades que es diu que la **forma** reflecteix visiblement el contingut. La forma designa el conjunt de característiques visuals que es modifiquen quan un objecte canvia de posició, d'orientació o de context (Villafañe, 1998: 126). Això la distingeix de l'estructura, un concepte parcialment abstracte, que designa les característiques invariables de l'objecte i que és fonamental de cara al seu reconeixement¹⁵⁴. Forma i estructura són tan indissolubles en les representacions icòniques com a la realitat, però existeixen opcions representatives que privilegien un o altre enfocament. Per exemple, en la projecció es selecciona un únic aspecte de l'objecte, aquell que reuneixi el major nombre de trets estructurals característics i llavors es mostra a través d'un punt de vista fix, que no es correspon amb cap angle de visió en concret sinó que depèn de cada objecte (Villafañe, 1998: 135). Un exemple de l'enfocament que privilegia la forma són els escorços o les superposicions. En el fons, qualsevol projecció d'un objecte implica l'escorç, en major o menor mesura, ja que totes les parts d'un objecte que es situen fora del pla paral·lel al de la representació pateixen una deformació de les seves proporcions (Villafañe, 1998: 137). La superposició es produeix quan s'estableix una relació espacial entre dos objectes situats a diferents distàncies respecte de l'observador/a. Sempre que sigui possible individualitzar els objectes, la superposició aconsegueix dues funcions plàstiques: en primer lloc, estableix una jerarquia entre les formes; en segon lloc, com ja vàiem als apartats d'organització perceptiva i reconeixement de la tridimensionalitat, articula l'espai i afavoreix la construcció de la profunditat.

II.4.3.3. Elements dinàmics de la imatge

La segona estructura d'una imatge és la temporal i té a veure amb la dimensió dinàmica inherent a la realitat. En un esquema temporal lineal i continu –com el de la realitat–, articulat a través d'esdeveniments passats, presents i futurs, no hi ha cap diferència entre els diferents moments i, per tant, no té capacitat de crear estructures de significació ja que no implica un ordre sintàctic, només hi ha un ordre lineal (Villafañe, 1998: 139). Les imatges, en canvi, sí poden crear una estructura temporal permanent i dotada de significat perquè conté un conjunt d'elements ordenats jeràrquicament –és a dir, dotats d'una estructura sintàctica–, per la qual cosa uns posseeixen un valor plàstic major que els altres i la seva activitat visual es comporta de manera diferent. El dinamisme es pot representar simultàniament o seqüencialment, és a dir, que es comporta constitutivament –i es manifesta a través de la relació entre els elements– o bé sumativament –i llavors recorre al moviment real (Villafañe, 1998: 138-139).

Aquesta introducció ens remet a la necessitat d'escollir correctament el mitjà de representació ja que, malgrat la seva polivalència, n'hi ha que són més adequats que d'altres en funció del contingut. Per exemple, les fotografies o els quadres són imatges

¹⁵⁴ Recordeu l'explicació sobre el concepte de “geó” a l'apartat dedicat al reconeixement de la forma del capítol de percepció.

aïllades, suficients per expressar situacions que es produeixen puntualment i les expressen a través de la simultaneïtat; però si el discurs és de tipus narratiu, és a dir, que es desenvolupa en el temps, llavors cal fer servir un format seqüencial, com ara el còmic, o seqüencial i dinàmic, com el cinema. Les imatges aïllades i les seqüencials es distingeixen per les següents característiques, que influeixen la manera com es genera el dinamisme. En les primeres l'espai és permanent i tancat, és a dir, que els elements morfològics estan organitzats els uns en funció dels altres i les relacions plàstiques que creen no transcendeixen l'espai acotat pel marc icònic (Villafañe, 1998: 140-141). Aquí, no es produeix una equivalència entre els paràmetres espacial i temporal perquè l'estructura temporal depèn de l'espai figuratiu (Villafañe, 1998: 142). En canvi, en les imatges seqüencials l'espai és canviant i es prolonga fenomènicament més enllà dels límits físics de la imatge. En aquest cas, els paràmetres espacial i temporal són equipotents, la qual cosa significa que la significació plàstica de la imatge depèn tant de l'un com de l'altre perquè són inseparables (Villafañe, 1998: 140).

La temporalitat es representa en les imatges aïllades a través de la relació entre els elements constitutius. Però la seva presència no és suficient per generar la sensació de dinamisme, sinó que cal disposar-los d'una manera concreta que l'activi. Aquesta ordenació correspon a la tensió i el ritme: per això s'anomenen elements dinàmics de la imatge (Villafañe, 1998: 143). En qualsevol situació real existeixen diferents línies temporals que les imatges seqüencials expressen fàcilment perquè contenen un doble nivell, el de cada imatge i el de la successió. En canvi, les imatges aïllades han de crear diverses unitats temporals en un únic espai. Això obliga a jerarquitzar-lo molt estrictament perquè s'hi puguin articular diferents nuclis temporals coherents (Villafañe, 1998: 143). Vegem quins són aquests elements que contribueixen a construir el dinamisme de les imatges fixes.

El primer de tots és el **format**, perquè constitueix el marc general en què s'inscriu la representació i condiona les relacions espacials dels components de la imatge. Els formats en què el costat horitzontal és més llarg que el vertical són més adequats per representar la temporalitat que podríem anomenar natural, la de la seqüència, i hi predomina la funció narrativa; en canvi, els formats verticals mostren un fragment més curt de la realitat i per aquest motiu la seva estructura és més aviat descriptiva, hi ha poc espai per al desenvolupament d'accions seqüencials (Villafañe, 1998: 144). Un altre element general que contribueix a la temporalitat és la presència de profunditat: si tots els objectes es situen en un espai pla o indefinit, la sensació és menor que no pas si s'articulen en un entorn en amb perspectiva, ja que aquesta contribueix a jerarquitzar els esdeveniments (Villafañe, 1998: 146).

El **ritme** és el primer dels dos factors que intervenen en el dinamisme de la imatge, independentment del fet que sigui fixa o seqüencial. Qualsevol dels sis elements morfològics que he explicat abans pot produir-lo perquè posseeixen una doble naturalesa, qualitativa i quantitativa, i per tant, permeten crear estructures rítmiques de caràcter espacial a través del contrast, la jerarquització, els gradients de masses, etc. El contrast és un dels elements dinàmics més importants i es pot realitzar de manera molt eficaç mitjançant el color i la forma (Villafañe, 1998: 141). La diferent distribució del color dins un mateix marc espacial permet establir relacions plàstiques significatives. Per exemple, des d'un punt de vista general, s'ha comprovat que els colors càlids produeixen una sensació d'apropament cap a l'observador/a, mentre que els freds sembla que s'allunyin (Villafañe, 1998: 121). A més d'aquests desplaçaments

horitzontals, també poden adoptar una altra forma dinàmica: els colors càlids i, especialment, el groc, produeixen un efecte d'expansió centrífuga; en canvi, els colors freds i, especialment, el blau, es comprimeixen en un moviment centrípet (Villafañe, 1998: 121). Aquestes direccionalitats condicionen la lectura de la imatge perquè són responsables de l'equilibri, la continuïtat de les imatges seqüencials, la prolongació de l'espai fora dels límits del quadre, l'estructura interna de la composició i la sensació de temporalitat (Villafañe, 1998: 145). Mentre que en les imatges seqüencials, les direccions es creen pel propi moviment dels objectes, en les imatges fixes es basen en vectors, que en determinen la direcció i la potència.

L'altre factor responsable del dinamisme és la **tensió**, que es podria definir com la manca d'equilibri dels elements d'una imatge. Hi ha quatre agents que poden ser responsables d'aquesta manca d'estabilitat. En primer lloc, les proporcions. Qualsevol proporció que es percebi com una deformació d'un esquema més simple, produirà tensions dirigides a restablir l'esquema original (Villafañe, 1998: 147). Per exemple, l'el·lipse i el rectangle es consideren figures amb major tensió que no pas el cercle o el quadrat, en què totes les forces es contraresten i, per tant, ofereixen sensació de repòs. La forma és un altre element compostiu amb què es pot jugar per crear dinamisme, ja que les formes irregulars o deformades contenen una major expressivitat o tensió que no pas les formes proporcionades (Villafañe, 1998: 148). L'orientació és un altre element dinàmic amb què els pintors han experimentat noves solucions expressives al llarg de la història: la obliquïtat és l'orientació més dinàmica i aquesta tensió s'accentua si contrasta amb la resta de l'escena. Finalment, el contrast cromàtic també pot participar en la creació de tensions, sobretot en imatges que no tenen profunditat (Villafañe, 1998: 152).

II.4.3.4. Elements escalars de la imatge

La darrera estructura de la imatge designa els elements escalars o, com els anomena Liliane Hamm (Hamm, 1986: 17), els "significants icònics", que tenen a veure amb la concepció més bàsica de la imatge. Aquests són la dimensió, el format, l'escala i la proporció, que actuen al nivell més general de la sintaxi de la imatge perquè constitueixen el marc en què s'articulen els elements que he anat desgranant anteriorment. Es distingeixen dels anteriors per la seva marcada naturalesa quantitativa, característica que els relaciona amb la realitat i, per tant, ens porta a travessar la frontera entre la sintaxi i la semàntica.

La **dimensió** es refereix a la mida física dels objectes que, com ja hem vist anteriorment, a compleix una doble funció: en relació amb la profunditat –és una de les claus pictòriques– i en relació amb el moviment –el seu augment o disminució progressiu proporciona una sensació d'apropament o allunyament de l'espectador/a. La dimensió també serveix per establir una jerarquia entre els objectes que componen una imatge (Villafañe, 1998: 157). Es tracta d'un recurs intel·lectual, simbòlic, molt utilitzat a l'Edat Mitjana o a l'antic Egipte, que servia per destacar els personatges més importants: la mida relativa és una funció de la jerarquia social. Finalment, la mida, juntament amb l'estructura i el color, també afecta el pes visual, del qual depèn l'equilibri de la composició (Villafañe, 1998: 157).

El **format**, com ja hem vist quan parlàvem dels condicionants generals de la temporalitat, és el primer element que influeix en l'estructura visual de la composició. Com més apaïxada és la imatge, més permet crear direccions, ritmes, compartiments espacials i altres elements que contribueixen a l'articulació coherent de seqüències narratives (Villafañe, 1998: 159). Però això no significa que els formats verticals només puguin dedicar-se a escenes descriptives, ja que la introducció de la profunditat hi obre una nova dimensió per a la seqüencialitat.

L'**escala** es refereix a la relació mètrica entre la imatge i la realitat. És molt important perquè és a través d'aquesta dada quantitativa contínua que podem precisar un dels graus de semblança entre la icona i la realitat. També ens permet modificar un objecte globalment, sense que quedin afectades les seves proporcions (Villafañe, 1998: 160). Aquesta és la diferència amb el darrer element escalar, la **proporció**, que es refereix a la relació quantitativa entre un objecte i les seves parts constitutives i també entre elles (Villafañe, 1998: 160). La proporció també participa en el dinamisme de la imatge perquè genera desequilibris que accentuen una o altra part i condueixen la lectura de l'escena.

II.4.3.5. Articulació dels components icònics bàsics

La majoria d'imatges amb què ens relacionem –i la RV no és una excepció– corresponen a “composicions normatives”. Aquest apel·latiu s'atorga a un conjunt d'elements icònics seleccionats i ordenats per tal d'aconseguir l'enunciat visual més similar a la realitat (Villafañe, 1998: 165). Així doncs, l'ordre visual de la imatge es basa en l'ordre visual natural, és a dir, el de la percepció i, per tant, la seva interpretació passarà per les mateixes fases que la comprensió de la realitat. Com que el procés perceptiu ja ha estat explicat amb tot detall al capítol anterior, aquí només recordaré que les tres manifestacions més característiques d'aquest fenomen són la tridimensionalitat, l'organització i les constàncies perceptives (Villafañe, 1998: 166). Per tal de ser normativa –o realista– la imatge ha de contenir els equivalents plàstics d'aquestes tres propietats de l'estímul (Villafañe, 1998: 167).

Des del punt de vista sintàctic, la significació d'una imatge es produeix gràcies a un procés d'ordenació i agrupació successiva dels elements bàsics, segons l'esquema següent –realitzat a partir de (Villafañe, 1998: 166, 170):

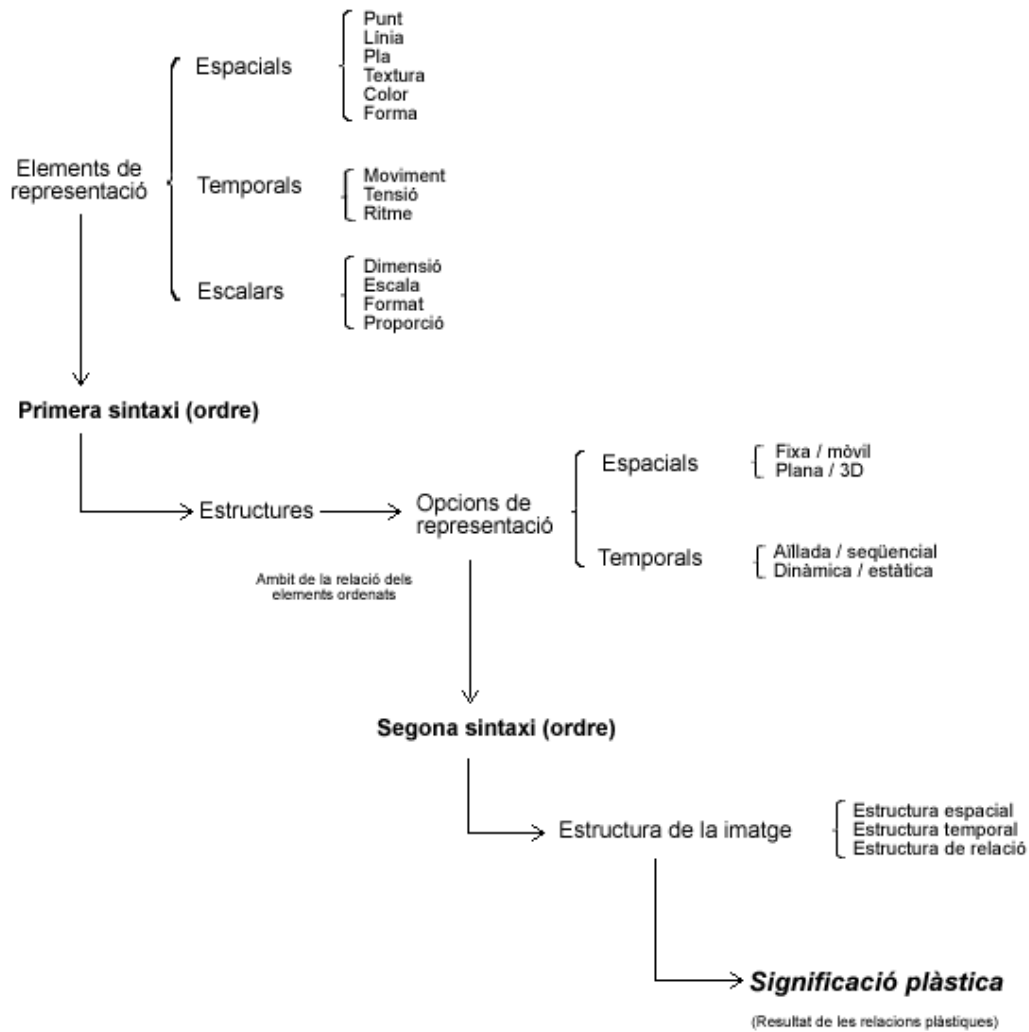


Figura 55: Esquema del funcionament de les imatges des del punt de vista semiòtic (Villafañe, 1998).

En una imatge coexisteixen dos tipus associats de significació: la significació plàstica i el sentit o component semàntic –del qual ens ocuparem a la secció següent. La significació ha estat definida per Justo Villafañe (Villafañe, 1998: 172) com a

“La suma de todas las relaciones producidas por los elementos icónicos organizados en estructuras según un principio de orden, al margen del sentido del que, ocasionalmente, la imagen es portadora”.

En l’esquema precedent, la primera sintaxi –que correspon al primer nivell de significació– ordena els elements bàsics de la imatge i ens permet reconèixer els objectes que la componen. La relació espacial i temporal entre ells s’expressa a través del segon nivell de sintaxi i ens porta a la comprensió del significat plàstic de la imatge. És important remarcar el fet que ens estem referint en tot moment a la significació icònica, que existeix sempre, independentment del fet que la imatge no tingui cap sentit, és a dir, cap relació (semàntica) amb la realitat. Tanmateix, en les composicions anomenades normatives –o realistes– l’estructura icònica es basa en major o menor grau

en l'estructura del percepte produït per l'estímul. Això és el que reflecteix l'escala d'iconicitat¹⁵⁵, els diversos graus de correspondència entre l'ordre visual i l'icònic.

En el fons, aquest doble nivell de significació de la imatge és comparable a la teoria de la doble articulació del llenguatge verbal, tot i que, tal com la va formular André Martinet (1908-1999), representant de l'escola funcionalista francesa, l'ordre està invertit. Sempre a nivell sintàctic, el signe lingüístic es pot descompondre en unitats més petites, segons dues possibilitats. La primera articulació correspon a les unitats més petites dotades de significat en què pot dividir-se un signe: els monemes. Diem que els monemes constitueixen les unitats lingüístiques significatives mínimes perquè es divideixen en els lexemes, que porten el significat conceptual (per exemple, “nen-”), i els morfemes, que porten el significat gramatical i s'afegeixen als anteriors per formar paraules (“-a”). La segona articulació és anterior a la primera i correspon a les unitats més petites sense significació en què pot dividir-se un signe lingüístic, és a dir, els fonemes (n/e/n/a).

II.4.4. Semàntica de les imatges

II.4.4.1. Introducció

La relació entre la realitat i la representació i ha estat abordada des de diferents disciplines, com ara les Matemàtiques, la Psicologia cognitiva i l'Art. En aquest darrer àmbit del coneixement, el debat encapçalat per Gombrich i Panofsky sobre la perspectiva i el realisme es considera un clàssic fonamental de la teoria de l'Art.

La finalitat concreta de la Semàntica¹⁵⁶ és establir el significat dels signes dins del procés que assigna aquests significats. S'ha abordat des de tres perspectives: la filosòfica –Semàntica pura–, la lingüística –teòrica i descriptiva– i la general. La primera, desenvolupada dins el marc del positivisme lògic, entén el significat com la relació entre les paraules i les coses. El seu estudi té un fonament empíric, ja que considera que el llenguatge és un reflex de la realitat. Però Wittgenstein va arribar a la conclusió que la verificació empírica era limitada –perquè no totes les paraules designen coses que existeixen realment– i va desenvolupar la filosofia del llenguatge corrent, en què les regles del significat es revelen en l'ús que es fa de la llengua, és a dir, que la veritat es basa en el llenguatge diari. Segons alguns això es correspon amb l'anàlisi de la comunicació dins el seu context social i, que, per tant, es tracta de pragmàtica.

La Semàntica descriptiva estudia el significat dels signes en una llengua concreta, per exemple, què és un nom, un sintagma verbal, etc. Entén el signe com a operador que es combina amb un o més arguments o bé relaciona uns arguments amb uns altres. També estableix els tipus de signes en funció del seu paper a l'hora d'expressar realitats. I s'ha aplicat des de d'una perspectiva etnogràfica –el més rellevant, l'estructuralisme de Lévy-Strauss– per comprendre de quina manera cada cultura conceptualitza la realitat i s'organitza socialment.

¹⁵⁵ Vegeu l'apartat de relació entre objecte i representació de la secció de semàntica de les imatges.

¹⁵⁶ Les explicacions sobre semàntica provenen de (A.A.D.D., 2003a).

La Semàntica teòrica, també anomenada “Generativisme”, cerca una teoria general del significat dins la llengua. Segons la concepció de Chomsky, el significat forma part de la competència lingüística que posseeix l’espècie humana. La Gramàtica generativa té tres components: un de fonològic, un de sintàctic i un de semàntic, que correspon al sistema de regles per decidir com s’han d’interpretar els signes. La finalitat de la Semàntica teòrica és analitzar com i per què una persona sap si una oració té significat malgrat la correcció sintàctica i quina opció tria en cas que hi hagi més d’una interpretació possible. Aquest enfocament parteix de la hipòtesi que tota la informació necessària per interpretar semànticament un signe es troba en l’estructura sintàctica o gramatical de la frase. Quan una persona parla, assigna als lexemes que integren la frase uns papers semàntics –subjecte, objecte, predicat– que el receptor/a interpreta.

En el cas concret de la comunicació, la Semàntica atorga al missatge un valor qualitatiu. Ja no és important per l’espai que ocupa en el canal sinó per allò que el seu significat afegeix al nostre coneixement (Cabero, 1999: 46). Els signes acompleixen una funció semiòtica ja que contenen un significat en virtut de la relació que mantenen amb la realitat. Aquesta relació no s’estableix a l’atzar sinó que està regulada a través d’un codi convencional que comparteixen l’emissor i el receptor. El codi més universal és el de la percepció, però en la representació també n’intervenien d’altres de creats artificialment per l’espècie humana, com ara el llenguatge verbal o els senyals de trànsit.

II.4.4.2. Lectura de la imatge

Havent realitzat aquesta breu introducció sobre la funció de la Semàntica, reprenc aquí el fil argumental del darrer apartat de Sintaxi per veure com es genera el significat a partir d’un conjunt d’elements icònics ordenats formant estructures successives cada cop més generals. Aquesta explicació ens servirà d’introducció general per poder avançar un pas més en la reflexió semàntica i analitzar quina és la relació que s’estableix entre la realitat i la seva representació.

Els elements que constitueixen una imatge actuen en dos nivells de lectura, que a l’apartat de Sintaxi associava amb dos nivells successius d’ordre - estructura - significació. Però, com que aquest aspecte és el punt de contacte que fa de frontissa entre la Sintaxi la Semàntica, també els podem anomenar segons una nomenclatura més escaient per a l’anàlisi semàntica: la denotació i la connotació. El primer es refereix a allò que veiem directament; el segon, als significats implícits que hi atorguem i que estan determinats per la nostra experiència cultural i personal. Així doncs, l’esquema de lectura d’una imatge, tal com s’ha establert des dels estudis de publicitat (Hamm, 1986), seria el següent:

- Recorregut general per la imatge: adquisició dels significants icònics.
- Processament dels elements primaris i reconeixement dels objectes: adquisició dels significants extra - icònics.
- Anàlisi més detallada de zones i objectes concrets en funció d’elements que cridin la nostra atenció o seguint les relacions imposades per la imatge: interacció entre els elements icònics i els extra - icònics.

- Comprensió del contingut o missatge global de la imatge gràcies a la comparació amb les informacions emmagatzemades a la nostra memòria i a la selecció de significats condicionada pel context (pragmàtica).
- Associació amb la realitat.

En totes aquestes etapes es produeix un procés similar que porta del concret a l'abstracte, de l'objecte percebut –denotació– a les connotacions que posseeix i que normalment generen una impressió inconscient, que l'anàlisi explicita. En un primer moment, els elements acompleixen una funció informativa, ja que presenten el contingut referencial. A mesura que els nostres ulls fan recorreguts successius per la superfície i ens adonem de les relacions que s'estableixen a través de les formes dels objectes, els ritmes de la composició, la llum, les mirades, etc. ens estem endinsant en la funció narrativa de la imatge, que ens portarà a la comprensió de la “història” que conté, és a dir, que farem una associació amb la realitat i prendrem el contingut de la imatge per real, en una operació de sinècdocue. Al mateix temps, també s'està desenvolupant la funció simbòlica, de caire connotatiu, que associa una interpretació al·legòrica, metonímica, etc. amb els objectes i les relacions entre ells, a partir de la nostra experiència prèvia acumulada.

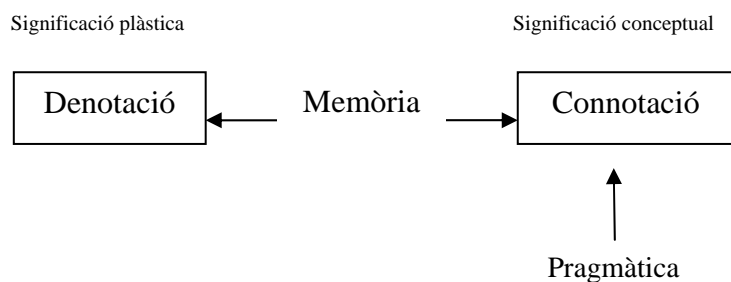


Figura 56: relació entre denotació i connotació en la lectura d'una imatge.

Denotació i connotació actuen de maneres diferents ja que, mentre la descodificació literal és accessible a la major part de les persones que comparteixen el context cultural occidental i funciona de manera molt homogènia sempre que es realitzi en condicions de recepció similars des del punt de vista espacial i temporal, la descodificació dels significats implícits depèn molt de cada persona i les seves circumstàncies personals, socials i culturals (Alonso i Matilla, 1997: 65-66). Fins i tot les imatges més figuratives posseeixen una capacitat de suggerir connotacions possibles que atorga a la comunicació un caràcter polisèmic. Però es tracta d'una polisèmia diferent de la lingüística, ja que els objectes representats no contenen diferents significats. Per exemple, així com la paraula “banc” es pot definir com un lloc per seure o bé com una institució que guarda i realitza transaccions amb els diners que hi dipositen les persones, la representació del “banc” ens obliga a decantar-nos per una altra accepció, atès que el codi gràfic és completament diferent en un i altre cas. Això és degut al major grau d'abstracció del codi verbal respecte del pictòric. La polisèmia de les imatges es basa no pas els objectes sinó en les relacions que s'estableixen entre els elements que componen una representació visual.

Tot i l'evidència d'aquest avantatge, les representacions icòniques també presenten inconvenients. Les imatges poden contenir més unitats d'informació, però la seva captació és més inconscient, superficial i global (Alonso i Matilla, 1997: 80-81). A més, presenten també una forma d'ambigüitat, ja que és impossible, només amb una imatge, distingir, per exemple, entre "ball" i "ballar" (Mallas, 1979: 35). Per resoldre el problema de la polisèmia connotativa, les imatges poden estar acompanyades de text; aquest és el recurs que utilitza la publicitat per restringir i ressaltar la càrrega connotativa del missatge. En aquestes circumstàncies, s'estableixen diferents tipus de relacions entre imatge i text (Alonso i Matilla, 1997: 86-87):

- La imatge com a il·lustració d'un sentit plenament determinat en el text.
- La imatge com a expressió bàsica de la idea; el text és accessori o innecessari.
- El text i la imatge es complementen de manera que s'enriqueixen el missatge verbal i l'icònic, si els considerem independentment.
- El text i la imatge es contradiuen, de manera que provoquen una sensació d'estranyesa que crida l'atenció i convida a analitzar més detalladament les connotacions del conjunt.

La RV de tipus multimèdia es situa entre el primer i el tercer cas, mentre que en els models espacials, el text acostuma a ser accessori perquè tot el pes del missatge recau sobre les transformacions geomètriques. En qualsevol cas, els estudis realitzats sobre aquesta qüestió demostren que la combinació d'elements verbals i icònics és la millor opció comunicativa perquè el text reforça les connotacions relacionals i disminueix la polisèmia de la imatge, mentre que la imatge fixa els sentits interpretatius i redueix la polisèmia pròpia del llenguatge verbal (Alonso i Matilla, 1997: 87; Mallas, 1979: 36; Rodríguez Diéguez, 1978: 44). Aquesta característica posseeix implicacions clarament didàctiques –tal com es pot apreciar als fulls d'instruccions del muntatge o funcionament de mobles i electrodomèstics– susceptibles de ser mesurades i avaluades. Atès que les imatges estan formades per un conjunt d'elements i relacions identificables, es pot comprovar empíricament la influència de les variables quantitatives –nombre d'elements– i qualitatives –la relació entre ells. En el cas concret de la RV hauríem de suposar, *a priori*, que el fet de contenir un major nombre d'elements variats i relacionats entre ells a través de connexions dinàmiques permet una millor transmissió del missatge, sobretot perquè –com veurem a l'apartat de semàntica de la RV– la interactivitat disminueix la iconicitat i augmenta el simbolisme, amb l'afegit que es tracta d'un simbolisme menys abstracte que el verbal. Tanmateix, no hem de deixar-nos influir per la teoria matemàtica de la comunicació: la comprensió no té per què ser una funció directa de la quantitat d'unitats d'informació.

II.4.4.3. Relació entre objecte i representació

La funció de les imatges i la consegüent relació amb la realitat ha estat abordada des de diferents àmbits del coneixement. Per exemple, s'ha debatut llargament en Filosofia, a partir d'un moment, en paral·lel amb la Psicologia cognitiva, que la va acabar desbancant com a espai principal de debat. Aquí em referiré breument a aquestes dues aportacions –com a marc general de la problemàtica– i després passaré a la perspectiva

lingüística, que em permetrà analitzar més en profunditat aquesta qüestió i, sobretot, deduir-ne les implicacions per a la RV.

Considerem com a realitat allò que existeix i que posseeix una entitat o un suport físic - químic del qual ens informen els sentits. Per exemple, el piano que hi ha a la meua sala d'estar és real perquè el puc veure, el puc tocar amb les mans, puc sentir els sons que genera i, fins i tot, puc sentir aquella olor tan característica de la fusta que n'aguanta l'estructura interna. A l'altre extrem, la imatge mental que jo visualitzo quan sóc en una altra estança ja no és el piano, però també existeix, com a pensament, perquè té un suport físic, les neurones. Això mateix succeeix amb una fotografia del mateix piano: en realitat no és l'instrument, sinó que jo percebo a través dels meus sentits el suport físic i puc afirmar que es tracta d'una imatge que el representa o el substitueix. En canvi –un exemple d'allò més tradicional– els unicorns no existeixen, més enllà de la idea o la representació artística, perquè aquestes no són l'equivalència cognitiva o icònica de cap ésser viu amb forma de cavall i dotat d'una banya al front que hagi estat percebut com a entitat autònoma, independent d'un suport de representació.

Per tant, ens trobem en presència d'una representació distal que existeix en absència d'estímul distal. No existeix l'objecte representat, però sí la imatge, la qual cosa significa que la nostra realitat està formada per objectes que podem situar en categories ontològiques diferents. Charles Albert Tijus, des de la perspectiva de la percepció, en distingeix quatre (Tijus, 1995: 42-43):

- **Objecte distal:** designa l'objecte físic tal com és realment, amb anterioritat a la seva aprehensió per part dels sentits.
- **Objecte proximal:** designa la informació que n'obtenim a través dels sentits.
- **Objecte cognitiu:** designa el concepte emmagatzemat a la nostra memòria, que integra fragments d'informació associats a l'objecte –com ara imatges, emocions, procediments, expressions verbals, altres dades sensorials– i pot funcionar en absència dels dos anteriors.
- **Objecte referit:** designa la representació física –jo hi afegiria també la immaterial– d'un objecte, que actua com a objecte distal del veritable objecte, al qual substitueix¹⁵⁷. La distinció entre els dos objectes proximals és que el de l'objecte referit conté també informació sobre el suport físic de la representació.

Les capacitats de referència de les representacions d'un objecte són molt grans, no només per la diversitat de formats –llenguatge verbal oral i escrit, imatge física i mental– sinó també perquè permeten fer referència a objectes absents, ja sigui perquè en aquell moment no són presents o bé perquè han deixat d'existir –el cas de l'Arqueologia– o bé, fins i tot, perquè no han existit mai. Les representacions també poden designar conceptes generals i no pas objectes concrets (Tijus, 1995: 43): aquesta funció simbòlica troba el seu màxim exponent en el llenguatge verbal.

Com actua la representació d'un objecte? Com arriba a fer evocar mentalment l'objecte referit? Doncs perquè crea un objecte proximal format per les informacions

¹⁵⁷ Aquesta és la base de la museografia analògica, que desenvoluparé més endavant, al “Vessant museogràfic” de la “Transmissió del coneixement arqueològic al museu”.

relatives al marc de representació i, sobretot, les relatives a l'objecte referit (Tijus, 1995: 45). Un objecte distal és un suport de propietats; aquelles que arriben fins als nostres sentits es converteixen en objecte proximal. Això mateix és el que duu a terme una representació, que es converteix en suport de propietats, algunes de les quals intenten reproduir les que pertanyen a l'objecte referit. Com més propietats sigui capaç d'imitar, més s'aproparà des del punt de vista ontològic a l'objecte real, tot i que mai no podrà haver-hi una identitat total perquè hi ha una propietat totalment exclusiva de cada objecte: la seva ubicació espacial (Tijus, 1995: 44). El grau de proximitat o d'allunyament entre la representació i l'objecte real s'ha ordenat en l'anomenada escala d'iconicitat, que veurem en aquest mateix apartat.

Per Ludwig Wittgenstein, que va tractar en profunditat la Semàntica des del punt de vista filosòfic al *Tractatus logico-philosophicus* (1921), la imatge és un model de la realitat. La concepció "modelística" de Wittgenstein és aliena a la tradició empirista anglesa i al concepte d'imatge (mental) tal com l'entenien David Hume o Bertrand Russell, que va ser professor seu al *Trinity College* (A.A.D.D., 2003a; Maldonado, 1994: 169, 172). En canvi, prové de la seva formació com a enginyer mecànic a Manchester i després com a matemàtic a Cambridge. Les seves primeres reflexions parteixen de la distinció entre imatge i representació i el porten a considerar la imatge com una representació concreta –sempre agafa exemples del disseny tècnic, la cartografia, la pintura o la fotografia– dotada, per la naturalesa de la seva relació amb la realitat, de poder verificatiu. Tal com veurem a la secció corresponent –"Semàntica de la RV"–, aquesta és, precisament, la base de la justificació epistemològica de la RV.

Tornant a la definició d'imatge, cal explicar què significa exactament que Wittgenstein s'allunyi de la tradició anglesa i rebutgi la naturalesa mental de les imatges. Russell i altres autors consideraven que, perquè una persona pugui dibuixar, esculpir o escriure una representació d'un objecte, ha de posseir-ne prèviament una imatge mental. En altres paraules, la representació simbòlica del món necessita un intermediari, una interiorització cognitiva de la realitat, a partir de la qual treballa el nostre aparell psicomotor. Aquesta concepció es pot plasmar gràficament en un "triangle semiòtic", tal com l'establert per Ogden - Richards (Rodríguez Diéguez, 1978: 27) en el cas del llenguatge verbal. Segons es pot apreciar a la Figura 56 hi intervenen una realitat concreta a la qual ens referim –el referent–, una representació mental que fa d'intermediari –la imatge– i, finalment, la representació codificada de la realitat –el símbol– que, tal com indica la línia discontinua no està connectat directament amb la realitat sinó que s'hi relaciona a través de la imatge.

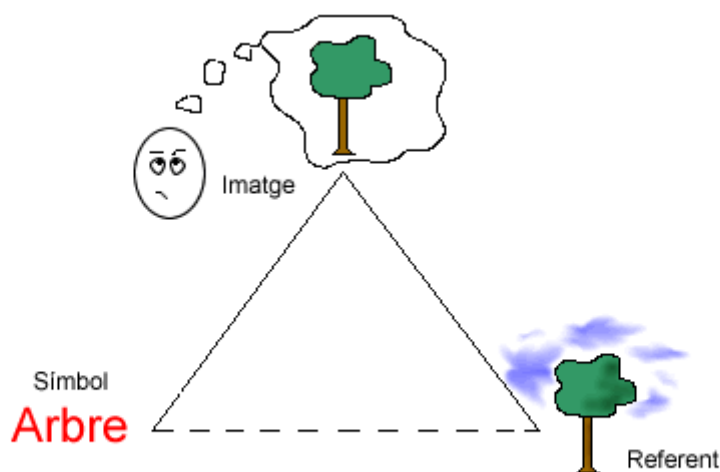


Figura 57: Triangle semàntic que relaciona significat i significat.

La dimensió lingüística de la relació entre imatge i realitat ja està continguda en l'obra de Wittgenstein. Segons l'autor, la imatge és un model de la realitat, tal com ho són les proposicions, que ell entén com a declaració, formulació, representació d'un significat (Maldonado, 1994: 174). En el fons, aquestes dues entitats estan estretament vinculades ja que en tota proposició s'expressa una imatge i en tota imatge es veu una proposició (Maldonado, 1994: 168, 174). E. Daitz va publicar el 1953 un article – compilat per A. Flew tretze anys més tard (Daitz, 1966)– en què per primera vegada es relacionava i es comparava la “*picture theory*” de Wittgenstein amb la teoria semiòtica de la iconicitat de C. S. Peirce (Maldonado, 1994: 173 i s.). El punt de contacte es troba en el “*bild*” de Wittgenstein, que és equiparable a l’ “*icon*” de Peirce, tot i que aquest considera que la imatge, per ella mateixa, no pot contenir informació positiva perquè no ofereix cap garantia que allò que representa existeixi a la realitat: les proposicions només sorgeixen a partir de la conjunció d'una expressió verbal i un índex (Maldonado, 1994: 198). Deixem de banda el debat sobre la naturalesa proposicional de les imatges, que ja hem esbossat anteriorment, i vegem més en detall de quina manera el fet de considerar-la un signe ens pot ajudar a entendre la seva relació amb la realitat.

Segons Adam Schaff [(Schaff, 1966: 180), citat a (Rodríguez Diéguez, 1978: 28)],

“Todo objeto material, o la propiedad de ese objeto, o un acontecimiento material, se convierte en signo cuando en el proceso de la comunicación sirve, dentro de la estructura de un lenguaje adoptado por las personas que se comunican, al propósito de transmitir ciertos pensamientos concernientes a la realidad; esto es, concernientes al mundo exterior, o concernientes a experiencias internas [...] de cualquiera de los copartícipes del proceso de la comunicación.”

És a dir, que un signe sempre actua dins un context comunicatiu i expressa un significat sobre un objecte, una propietat o un fenomen que actuen com a referent. Aquesta definició és molt adequada per dos motius. En primer lloc, perquè incideix en la necessitat d'un intermediari cognitiu a l'hora de crear una representació, ja que el significat no és altra cosa que una realitat pensada. En aquest sentit, Manuel Alonso i Luis Matilla (Alonso i Matilla, 1997: 43) consideren evident que qualsevol comunicació simbòlica implica un procés d'abstracció, ja que s'està operant amb conceptes, amb realitats immaterials, la concreció dels quals fem visible. En segon lloc, perquè incorpora

als tres elements semiòtics tradicionals un vessant comunicatiu fonamental que és, precisament, on es situa l'èmfasi d'aquest treball de recerca.

Segons el propi Schaff [(Schaff, 1966: 182-198), citat a (Rodríguez Diéguez, 1978: 33)], els signes es poden dividir en dos categories principals: els naturals i els artificials. Els primers corresponen als indicis de Peirce, aquells que mantenen una relació natural, de causalitat, amb el referent. Els segons, que són els que ens interessen per la reflexió que ens ocupa, corresponen a totes les representacions de la realitat creades per l'ésser humà amb una finalitat concreta i, per aquest motiu, contenen diverses subcategories, que he ordenat a la taula següent.

Signes artificials			
Signes verbals	Signes pròpiament dits		
	Senyals	Signes substitutius	
		Signes substitutius <i>stricto sensu</i>	Símbols

Taula 4: classificació dels signes artificials (Schaff, 1966).

Els signes verbals i tota la sèrie de sistemes paral·lels, com ara el fonètic, el Morse, el Braille, etc. són els primers a separar-se en una categoria independent perquè es basen en una relació totalment arbitrària entre significat i significat i, gràcies a aquest elevat nivell d'abstracció, són aplicables a qualsevol circumstància comunicativa. Els senyals són signes artificials amb significat arbitrari que apareixen ocasionalment i tenen com a objectiu modificar una acció que es desenvolupa en aquell entorn concret (Rodríguez Diéguez, 1978: 33). És el cas dels semàfors o dels cartells penjats en una porta que prohibeixen el pas en un establiment públic. Els signes substitutius tenen com a missió la representació o substitució d'un referent: en el cas que es refereixi a un concepte abstracte o presenti connotacions de caire convencional –la creu roja, l'estrella de David, el colom blanc, etc.– ens trobarem davant d'un símbol (Rodríguez Diéguez, 1978: 34), tal com també l'entenia Arnheim; en el cas que simplement representin un objecte concret o la relació entre significat i significat es basi en l'analogia ens trobarem davant d'un signe substitutiu *stricto sensu*. La RV es situaria dins aquesta darrera categoria perquè es proposa la substitució de la realitat a través de l'assoliment del major grau d'analogia. Tot i que hi ha convencions pictòriques i no pictòriques, ja estan naturalitzades, és a dir, funcionen com amb la percepció del món real.

La conclusió general que es desprèn de la classificació de Schaff és que les categories establertes van del nivell més abstracte i arbitrari al més icònic i analògic. En altres paraules, que s'organitzen segons els diferents tipus de relacions possibles entre significat i significat. La classificació de Peirce també es basa en el mateix criteri: que la relació sigui purament arbitrària –símbols– que sigui deguda a la causalitat –signes naturals, indicis– o que es basi en l'analogia –signes substitutius *sensu stricto*, icones. El concepte d'analogia es refereix a la semblança física, tal com vèiem abans, a la capacitat de la representació de reproduir algunes propietats de l'objecte representat de tal manera que la persona que percep la representació sigui capaç d'associar-lo amb el referent real. Per aconseguir-ho calen dos components bàsics: els elements que permeten una reconstrucció de la percepció i els codis que faciliten la identificació de relacions entre la representació i la realitat (Rodríguez Diéguez, 1978: 36).

La definició de l'analogia es pot completar distingint-la dels conceptes d'homologia i d'isomorfisme (Maldonado, 1994: 144): direm que dues realitats són homòlogues quan la seva forma i funció són diferents però l'estructura és similar; en canvi, l'analogia es

basa en la relació inversa, l'estructura i la funció són similars però no la forma; en el cas de l'isomorfisme l'element definidor és la funció, que pot o no ser la mateixa. El concepte d'homologia s'empra en els àmbits de la Química, les Matemàtiques i la Biologia amb significats lleugerament diferents. En el nostre cas ha estat manllevat d'aquesta darrera branca del coneixement, que distingeix entre homologies moleculars, estructurals o fisiològiques, però totes elles tenen en comú el fet de designar un origen similar en entitats que poden tenir una funció i un aspecte diferents, com és el cas de l'ala d'un ocell i l'extremitat anterior d'un gos (A.A.D.D., 2003a). Seguint amb la Biologia, l'analogia es refereix a una semblança funcional i morfològica que no té el mateix origen sinó que es deu a una evolució convergent o paral·lela: un exemple serien les ales d'un ocell i d'un insecte (A.A.D.D., 2003a). Pel que fa a l'isomorfisme, el concepte s'aplica en àmbits tan diversos com la Cristal·lografia, la Matemàtica, la Psicologia o la Lingüística. Segons la Química dels cristalls, dues substàncies són isomorfes quan posseeixen una forma cristal·lina molt semblant i una naturalesa química diferent (Maldonado, 1994: 190). En canvi, la Matemàtica considera isomorfs els conjunts o classes que mantenen una relació de correspondència biunívoca, és a dir, simètrica, reflexiva i transitiva (Maldonado, 1994: 190). És evident que aquestes dues definicions són molt diferents, però presenten un punt en comú i és la semblança formal.

L'aplicació del darrer terme a la Lingüística aixeca el problema filosòfic de la similitud. Després de l'aportació fonamental de Peirce, la "producció icònica" s'entenia com "*la producción de estructuras sígnicas que tienen una relación de semejanza con su referente*" (Maldonado, 1994: 146). Si definim l'isomorfisme com a correlació biunívoca entre llenguatge –o representació– i realitat (Maldonado, 1994: 191), ¿quins criteris podem establir per afirmar sòlidament que dos elements ontològicament tan diferents com, per exemple, una poma i la paraula escrita "poma" mantenen una correspondència injectiva i exhaustiva? O de manera més general, ¿quan considerem que dues coses són semblants? Aquesta qüestió ja va ser tractada per Leibniz, que va ser el primer a postular que la solució a aquest problema exigia definir prèviament el concepte de forma –perquè una i altra estan directament relacionades– i que aquesta admetia dues dimensions: una de quantitativa –que només es podia avaluar si els dos elements estaven junts per poder-los comparar– i una de qualitativa –que només depenia de l'objecte en si mateix (Maldonado, 1994: 191). Precisament, aquests mateixos criteris es troben a la base de la categorització dels signes de Peirce. Un índex és un vehicle quantitatiu de la similitud atès que perquè es produeixi fum és necessari i indispensable que s'hagi encès un foc: la causalitat genera una connexió dinàmica de tipus físic. En canvi, la icona és un vehicle qualitatiu de la similitud, ja que no cal que la poma sigui present perquè la seva fotografia existeixi i nosaltres la reconeguem com a imatge que denota un fruit arborícola, comestible, carnós, dolç i de color vermell, verd o groc que es conrea en zones temperades. En el fons, el concepte de copresència conté dues accepcions diferents: la primera relacionada amb la producció o creació –el fum existeix perquè el foc l'ha provocat– i la segona relacionada amb la possibilitat de verificació del grau de correspondència –malgrat que la poma no ha generat el quadre, si en portem una amb nosaltres podem valorar si la representació pictòrica és molt o poc realista. El realisme designa la proximitat respecte de les característiques formals, estructurals i funcionals del món real i és en aquesta correspondència que es basa el valor epistemològic de la iconicitat.

El concepte d'iconicitat ha estat definit com (Alonso i Matilla, 1997: 64):

“... la capacidad que posee la representación de algo para producir en nosotros un efecto visual similar al que nos produce la realidad representada. Mientras más similar sea el efecto, más icónica será la representación.”

La iconicitat és, fins a cert punt, el garant del reconeixement dels objectes referits. Aquí convé recuperar puntualment una qüestió que ja havia tractat als apartats de reconeixement dels objectes i a la reflexió sobre el realisme. Malgrat les diferències personals, qualsevol occidental que observi una representació pictòrica serà capaç de reconèixer o no l'element representat i, en el primer cas, afirmar si s'assembla molt o poc a la realitat. Aquesta “universalitat” demostra que existeixen unes constants icòniques (apreses) que nosaltres comparem amb les imatges emmagatzemades a la memòria per tal de reconèixer l'objecte i estimar el seu grau de realisme. Per regla general, com més les convencions pictòriques siguin capaces de reproduir o simular les claus perceptives naturals, més probabilitats tindrem d'encertar l'assignació, tot i que no és necessària una correspondència màxima. Tal és el cas dels dibuixos infantils o les caricatures, que podem identificar malgrat que no reproduïxen amb total exactitud la realitat. Això és possible perquè contenen determinades claus significatives. Qualsevol imatge es pot descompondre en unitats menors algunes de les quals estan més carregades semànticament que d'altres: és el que Tomás Maldonado anomena “iconema”, per analogia amb els conceptes lingüístics de “fonema” i “grafema”.

En qualsevol cas, ja hem vist anteriorment que la identitat total entre un objecte i la seva representació és impossible –perquè no poden ocupar alhora el mateix lloc en l'espai i perquè la representació sempre presenta un grau d'abstracció superior– però, a més, és inútil perquè llavors desproveïríem la representació del seu valor cognitiu. Això introdueix la noció de model, de la qual parlaré a la secció de pragmàtica de la RV. Aquí només em vull referir breument al fet que si la representació és (com) la realitat, llavors no hi ha necessitat de crear-la, perquè podem treballar directament sobre els objectes físics. Per tant, la intervenció d'una representació hi ha d'afegir un valor, ha de servir –emprant la terminologia de la RV– per augmentar la realitat, per mostrar algun aspecte que ens interessa ressaltar, descobrir o analitzar. És per això que, tal com afirma Justo Villafañe (Villafañe, 1998: 37) les representacions modelitzen la realitat restituint-ne només algunes característiques pertinents, és a dir, apropiades per la tasca que han d'acomplir. Podem concloure, doncs, que la iconicitat té a veure tant amb l'analogia com amb l'isomorfisme, atès que en alguns casos la forma coincidirà, mentre que en d'altres ho farà només o també la funció.

La relació entre forma, funció i estructura es pot apreciar clarament en l'anomenada escala d'iconicitat, que presentaré seguidament, la qual mesura el grau de proximitat entre l'objecte real i la seva representació. L'explicació detallada d'aquesta classificació ens demostra, en primer lloc que, contràriament a la concepció que s'ha imposat des de la Teoria de la Imatge, la iconicitat no es refereix únicament a l'aspecte visual sinó sensorial en general. Una altra evidència que se'n desprèn és la importància de la dimensió pragmàtica, que queda inclosa a través del segon paràmetre esmentat, la funció. Tal com acabo de comentar, les representacions compleixen un objectiu epistemològic concret, determinat pel context d'ús. Per això la taula que presento a continuació és una simplificació i adaptació a l'Arqueologia a partir de la figura que apareix al llibre de Manuel Alonso i Luis Matilla (Alonso i Matilla, 1997: 63), basada en l'escala dissenyada per Abraham Moles (Moles, 1975), i també a partir de

l'adaptació que d'aquesta mateixa realitza Justo Villafañe en el seu llibre perquè considera que és adequada per la classificació d'esquemes i símbols normalitzats, però resulta ineficaç quan s'aplica a la imatge (Villafañe, 1998: 40). D'escales que recullin tots els nivells possibles de realitat se n'han realitzat diverses, però la més coneguda és la que va publicar A. Moles el 1975. La diferència entre elles es basa en dos elements principals: el nombre de nivells i els criteris utilitzats per adscriure a cadascun el grau d'iconicitat corresponent (Villafañe, 1998: 39). En el cas present, i com ja afirmava a l'inici d'aquest paràgraf, la iconicitat no designa únicament el nivell de semblança formal, apreciable a través del canal visual, sinó també el seu component estructural, comportamental i, per tant, funcional. Coincideixo amb Villafañe en considerar que, sovint, el grau d'iconicitat d'una representació depèn de la seva capacitat per dur a terme determinada funció pragmàtica (Villafañe, 1998: 40).

Escala d'iconicitat				
Grau	Nivell de realitat	Criteri	Dimensions	Exemple
0	Objecte	Restableix totes les propietats de l'objecte	3 (material)	Objectes en una exposició; jaciment arqueològic
1	Model tridimensional a escala	Restableix totes les propietats de l'objecte. Existeix identificació però no identitat	3 (materials i representades)	Reproducció d'un objecte; reconstruccions com l' <i>Archéodrome</i> o Calafell
2	Model reduït o augmentat	Les propietats geomètriques es mantenen	3 (materials i representades)	Maquetes, prototipus
3	Imatges de registre estereoscòpic	Restableix la forma i posició dels objectes emissors de radiació presents en l'espai	3 (no materials però sí representades)	Hologrames
4	Ortofotografia	Projecció, perspectiva rigorosa	2 materials 3 representades	Fotografia d'un sòl al jaciment o d'un objecte sense distorsions (fotogrametria)
5	Fotografia en color	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Fotografies
6	Fotografia en blanc i negre	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Fotografies
7	Dibuix perspectivista, perfils dibuixats	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Dibuixos
8	Esquema anatòmic o de construcció	Es manté la topografia però arbitrarietat dels valors, quantificació dels elements i simplificació	2 materials 3 representades	Tall anatòmic, mapa geogràfic, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic
9	Vista en secció o en alçat, representació figurativa no perspectivista; pictogrames	Es produeix identificació però les relacions espacials estan alterades. Totes les característiques sensibles, excepte la forma estan abstrètes. Disposició segons proximitat topològica	2 materials 2 representades	Tall anatòmic, mapa, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic sense mètrica, esquemàtics; circuit elèctric; siluetes, dibuixos infantils
10	Organigrama o esquema bloc	Substitució dels elements per símbols normalitzats; pas de la topografia a la topologia; geometrització	2 materials 2 representades	Organigrama d'una societat o d'un programa d'ordinador
11	Esquema de formulació	Els elements són caixes negres funcionals, enllaçades per connexions lògiques	2 materials 2 representades	Fórmules químiques desenvolupades, diagrames
12	Esquemes d'espais complexos	Relació lògica i topològica en un espai no geomètric entre elements abstractes. Les unions són simbòliques	2 materials 0 representades	Forces, esquemes d'estàtica
13	Esquema d'espais purament abstractes i esquemes vectorials	Combinació en un mateix espai de representacions d'elements esquemàtics (fletxa, recta, pla, objecte) pertanyents a diferents sistemes. No estan units per cap criteri lògic	2 materials 0 representades	Gràfics vectorials, objectes sonors, triangle de les vocals
14	Descripcions en paraules normalitzades o fórmules algebraïques	Representació gràfica en un espai mètric abstracte de les relacions entre magnituds vectorials	2 materials 0 representades	Equacions i fórmules. Textos
15	Signes	Signes purament abstractes, sense connexió imaginable amb el significat	2 materials 0 representades	Signes fets a l'atzar, automàticament

Taula 5: L'escala d'iconicitat estableix una gradació ontològica i epistemològica en funció del nivell de proximitat a la realitat. A partir de (Villafañe, 1998).

Com que la taula 5 és prou eloqüent per ella mateixa, aquí només precisaré una tendència general. A mesura que ens desplaçem per l'escala d'iconicitat, varia, en aquest ordre, la semblança funcional, morfològica i estructural. Tot i que són idèntiques, una casa ibèrica i la seva reconstrucció *in situ* no acompleixen la mateixa funció: una servia per viure-hi, l'altra posseeix una funció didàctica. Igualment, les formes que apareixen en el dibuix d'una secció i les de l'estratigrafia en qüestió són idèntiques des del punt de vista topogràfic, però no mètric. Aquesta relació desapareixerà si ens

limitem a dibuixar-ne un esquema abstracte. Finalment, l'estructura també es perdrà si, en lloc de la representació pictòrica, en fem una descripció verbal al diari d'excavació. Per tant, el grau d'abstracció / iconicitat està determinat per la següent jerarquia de criteris:

- Escala.
- Relacions topogràfiques.
- Relacions topològiques.
- Relacions lògiques.
- Significat jerarquitzador de l'espai.
- Relacions simbòliques – lògiques.
- Relacions arbitràries.

En el capítol següent veurem com s'aplica l'escala d'iconicitat presentada aquí a la RV, ja que es tracta d'una gradació destinada a representacions estàtiques i, en canvi, les reconstruccions virtuals són dinàmiques i interactives.

II.4.5. Pragmàtica de les imatges

Des d'una perspectiva general, la pintura i posteriorment els cartells publicitaris, els anuncis, les pel·lícules, etc. han acomplert sempre una funció comunicativa: algú els crea per transmetre un missatge, que pot ser polític, educatiu, social o, simplement, estètic. Per exemple, totes les civilitzacions històriques i protohistòriques han elaborat complexos programes iconogràfics per legitimar unes relacions socials, polítiques i econòmiques concretes; o, en el cas de l'ús didàctic, l'Església feia servir les imatges esculpides en portalades i capitells o els frescos que cobrien les naus i les capelles per ensenyar al poble analfabet els treballs corresponents a les estacions de l'any o les Sagrades Escriptures. Les funcions de les imatges es poden resumir en la taula següent, realitzada a partir de les explicacions de (Alonso i Matilla, 1997: 60; Cabero, 1999: 183; Rodríguez Diéguez, 1978: 49-52):

Funció de la imatge	Explicació	Funció lingüística equivalent
Motivadora	Despertar l'interès. No aporta cap informació complementària de la del text sinó que crea un ambient perceptiu favorable.	Conativa / fàctica
Vicarial	Aprenentatge de continguts expressats visualment. La imatge substitueix l'objecte.	Denotativa
Explicativa	Afavorir la comprensió de certs fenòmens superposant imatges realistes i codis convencionals.	Denotativa
Informativa	Aprenentatge de continguts expressats visualment. Engloba tota una categoria d'objectes (informació sobre un tema).	Denotativa / metalingüística
Facilitació redundat	Reforçar un coneixement adquirit per una altra via, per exemple, verbal.	Denotativa
Educativa	Ordenació i sistematització de les anteriors. És una funció especialitzada.	Denotativa / metalingüística
Estètica	Produir emocions sensibles.	Poètica
Recreativa	Diversió i expressió plàstica personal i de la persona que l'observa.	Poètica / denotativa
Suggestiva	Obtenir alguna cosa de l'observador/a.	Conativa / fàctica / denotativa

Taula 6: funcions principals de les imatges.

Totes aquestes funcions no són necessàriament excloents, sinó que es poden reunir complementàriament en una mateixa imatge. Tanmateix, Justo Villafañe (Villafañe, 1998: 42) proporciona una versió pragmàtica de la seva escala d'iconicitat, en la qual ressenya els tipus d'imatges més adequats per a cada funció. Heus aquí una taula adaptada, seguint les explicacions realitzades en les seccions dedicades a la Semàntica de les imatges i la Semàntica de la RV:

Escala d'iconicitat o abstracció				
Grau	Nivell de realitat	Criteri	Funció pragmàtica	Exemple
0	Objecte	Restableix totes les propietats de l'objecte	Reconeixement	Objectes en una exposició; jaciment arqueològic
1	Model tridimensional a escala	Restableix totes les propietats de l'objecte. Existeix identificació però no identitat	Descripció	Reproducció d'un objecte; reconstruccions com l'Archéodrome o Calafell
2	Model reduït o augmentat	Les propietats geomètriques es mantenen	Descripció	Maquetes, prototipus
3	Imatges de registre estereoscòpic	Restableix la forma i posició dels objectes emissors de radiació presents en l'espai	Descripció	Hologrames
4	Ortofotografia	Projecció, perspectiva rigorosa	Descripció	Fotografia d'un sòl al jaciment o d'un objecte sense distorsions (fotogrametria)
5	Fotografia en color	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	Descripció	Fotografies
6	Fotografia en blanc i negre	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	Descripció	Fotografies
7	Dibuix perspectivista, perfils dibuixats	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	Artística	Dibuixos
8	Esquema anatòmic o de construcció	Es manté la topografia però arbitrarietat dels valors, quantificació dels elements i simplificació	Informació	Tall anatòmic, mapa geogràfic, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic
9	Vista en secció o en alçat, representació figurativa no perspectivista; pictogrames	Es produeix identificació però les relacions espacials estan alterades. Totes les característiques sensibles, excepte la forma estan abstrertes. Disposició segons proximitat topològica	Informació / artística	Tall anatòmic, mapa, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic sense mètrica, esquemàtic; circuit elèctric; siluetes, dibuixos infantils
10	Organigrama o esquema bloc	Substitució dels elements per símbols normalitzats; pas de la topografia a la topologia; geometrització	Informació	Organigrama d'una societat o d'un programa d'ordinador
11	Esquema de formulació	Els elements són caixes negres funcionals, enllaçades per connexions lògiques	Informació	Fórmules químiques desenvolupades, diagrames
12	Esquemes d'espais complexos	Relació lògica i topològica en un espai no geomètric entre elements abstractes. Les unions són simbòliques	Informació	Forces, esquemes d'estàtica
13	Esquema d'espais purament abstractes i esquemes vectorials	Combinació en un mateix espai de representacions d'elements esquemàtics (fletxa, recta, pla, objecte) pertanyents a diferents sistemes. No estan units per cap criteri lògic	Informació	Gràfics vectorials, objectes sonors, triangle de les vocals
14	Descripcions en paraules normalitzades o fórmules algebraïques	Representació gràfica en un espai mètric abstracte de les relacions entre magnituds vectorials	Informació	Equacions i fórmules. Textos
15	Signes	Signes purament abstractes, sense connexió imaginable amb el significat	Cerca	Signes fets a l'atzar, automàticament

Taula 7: funcions ideals per a cadascun dels tipus de representació externa ordenats en l'escala d'iconicitat.

La imatge natural aconsegueix una funció bàsica, el reconeixement, ja que el cervell necessita treballar amb un bon material visual per poder comparar l'estructura de l'estímul amb el patró emmagatzemat a la memòria, és a dir, per reconèixer els objectes: com més iconicitat posseeixin les imatges, més fàcil serà interpretar-les i identificar-les (Villafaña, 1998: 43). La majoria de les imatges, però, no necessiten aquest nivell 0 d'abstracció per ser reconegudes tot i que, en molts casos, cal que es mantinguin les propietats estructurals i escalars perquè aconsegueixin una funció que Villafaña

(Villafañe, 1998: 43) qualifica com a “descripció” i correspondria sobretot a la funció vicarial de la taula 7, ja que en ella els objectes estan representats fidelment.

Els nivells a mig camí entre el realisme i l’abstracció són un terreny fèrtil per la creació artística, tot i que aquesta funció depèn més de la intenció que no pas del nivell de proximitat a l’objecte (Villafañe, 1998: 43). A mesura que generem representacions més abstractes, es perd la funció “descriptiva” i entrem en la “informativa”, que combina diferents recursos per transmetre un coneixement i, per aquest motiu, es pot assimilar a les funcions explicativa, informativa i educativa de la taula 7. Malgrat que les dues funcions poden ser molt properes, la diferència entre “descriure” i “informar” és que la segona realitza una operació d’abstracció i elimina algunes dimensions que no són necessàries. Per exemple, el plànol del metro no necessita representar fidelment les estacions, però els metges i les metgesses han d’aprendre anatomia amb reproduccions molt precises, tant, que fins i tot fan servir cossos reals. Així doncs, la descripció és una forma d’informació concreta que es basa necessàriament en la semblança a l’original. Finalment, els signes purament abstractes s’associen amb la manca de funció –per exemple, quan fem gargots mentre parlem per telèfon– o bé amb la cerca de noves formes d’expressió visual (Villafañe, 1998: 43).

Moltes d’aquestes funcions tenen a veure clarament amb l’aprenentatge i la recerca i, segons es desprèn de la bibliografia consultada per la realització d’aquest treball, la RV pot acomplir-les totes, especialment la motivadora i l’educativa i, fins i tot, l’estètica, ja que cada cop hi ha més exemples d’artistes que se serveixen de les noves tecnologies per expressar-se. En el cas de l’Arqueologia, les aplicacions de RV tenen a veure amb la construcció de coneixement, però enfocat des de dos punts de vista diferents: un, el de la producció de coneixement científic, dins el marc acadèmic, empresarial, etc., que utilitza la RV com a model, en el sentit epistemològic del terme; l’altre, el de l’adquisició de coneixement generat per altres persones, que fan servir el model com a vehicle per transmetre unes informacions contingudes en les pròpies imatges o a les quals aquestes fan referència. En aquest cas, la dimensió constructivista del coneixement es desenvolupa en la seva màxima expressió gràcies a les capacitats interactives de la reconstrucció.

II.5. Semiòtica de la RV

II.5.1. Sintaxi de la RV

Des del punt de vista morfològic, la RV es comporta igual que qualsevol representació pictòrica, amb les particularitats que ja he anat detallant a la secció de sintaxi de la imatge i de “Realitat Virtual i percepció visual”. Recordem ràpidament quines són:

- El punt és l’element icònic més simple i, en el cas de la RV, és essencial perquè constitueix la base de tot el que apareix a la pantalla: en una pantalla els objectes es representen a través de trames de punts de colors.

- La textura també és un element especialment important en la RV ja que constitueix la base perceptiva del món reconstruït: els objectes estan formats per una estructura geomètrica bàsica i les textures que defineixen els objectes visualment i tàctil es superposen als plans delimitats per les arestes.
- En relació amb la distinció entre forma i estructura, esmentar novament que l'avantatge de la RV és que les conté totes dues alhora: l'estructura, la representació visual del concepte, es posa a lloc des del moment de la modelització; després afegim eines de navegació que permeten visualitzar l'objecte des d'infinites punts de vista i, per tant, representar la forma de manera més completa.
- La darrera consideració té a veure amb les claus de representació de la profunditat. En primer lloc, la RV és capaç de modificar, gràcies a la seva capacitat interactiva, el punt de vista d'un objecte. En segon lloc, pot contenir les claus de tipus pictòric pròpies de qualsevol representació icònica i, a més, simular-ne algunes de les psicològiques.

L'estructura escalar de la imatge és, pel seu component quantitatiu, una de les més flexibles quan es tracta de RV. Per exemple, la dimensió dels objectes es pot alterar gràcies al *zoom*, amb l'objectiu de visualitzar millor o ressaltar algun detall concret. Pel que fa al format, ha perdut el seu caràcter determinant a l'hora de representar la temporalitat, perquè ha estat substituït pel dinamisme. Però en canvi, segueix essent important des del punt de vista general del contingut, tot i que ara ja no parlem de la *ratio* (del quadre) sinó del tipus d'interfície: segons que sigui un *HMD*, un *CAVE* o una pantalla de *Desktop*, s'adequarà millor a la representació d'un o altre entorn¹⁵⁸. L'escala i, menys habitualment, les proporcions, són altres paràmetres que les eines de navegació de la RV ens permeten modificar amb finalitat científica. En el cas concret de l'escala, ens trobem, juntament amb els comportaments dinàmics i interactius, amb un dels principals elements de l'isomorfisme de la RV.

Des del punt de vista dinàmic, la RV presenta algunes diferències molt importants respecte dels altres tipus d'imatges. En primer lloc, funciona a través d'un encadenament potencial –és a dir, que no està desplegat en l'espai físic del suport–, per tant, es situa a mig camí entre la imatge fixa o aïllada i la seqüencial. Això fa que la temporalitat pugui ser suggerida –com en els quadres– o real –com en les pel·lícules¹⁵⁹. Si volem reconstruir una acció, una seqüència causal, etc., cal recórrer a les imatges dinàmiques perquè la seva naturalesa és fonamentalment narrativa; si, en canvi, es vol recrear una acció desenvolupada en un espai tancat o una certa atmosfera generada per elements estables, el millor són les imatges aïllades, a causa de la seva naturalesa descriptiva (Villafañe, 1998: 140). Precisament això és el que fa el *Virtual Heritage*. Però, llavors, no podem parlar de RV pròpiament dita –sinó d'imatges digitals– perquè la seva principal característica és la interactivitat. Tenint en compte que –tal com veïem a l'apartat sobre els elements dinàmics– en les imatges aïllades l'espai és permanent i

¹⁵⁸ Vegeu-ne un exemple a (Pujol, 2002a: 82)

¹⁵⁹ Un exemple molt representatiu d'aquesta diferència el trobem en el ritme. Mentre que en les imatges aïllades només es pot percebre intel·lectualment –és una abstracció– (Villafañe, 1998: 152), en les imatges seqüencials, ja siguin fixes o amb moviment, aquesta cadència reiterativa és real, tot i que llavors esdevé un efecte i no pas una causa del dinamisme, com passa amb el primer tipus de representació. Això també justificaria la situació de la RV en l'escala d'iconicitat.

tancat (Villafañe, 1998: 140-141), podem concloure que aquest, juntament amb el fet que sempre es representen elements amb un alt nivell d'estatisme (arquitectònics), és el motiu pel qual el VH transmet una sensació d'estatisme artificial, perquè hem convertit en imatge aïllada una eina que està pensada per ser dinàmica.

La segona diferència és que la RV introdueix la interactivitat com a recurs narratiu. En aquest sentit supera les pel·lícules perquè permet intervenir en el desenvolupament de la seqüència. Així doncs, no només es discretitza la seqüència temporal sinó que podem considerar-la més realista perquè permet la manipulació dels elements representats, tal com faríem a la realitat. Tenint en compte que l'objectiu de la reconstrucció és l'experimentació científica, llavors estarem involucrant-hi també el raonament inferencial, a causa del qual, el nexa relacional deixa de ser purament icònic per ser també abstracte o verbal. Analitzant-ho des de la perspectiva comunicativa, conclouríem que s'apropa a la comunicació interpersonal perquè el codi inclou elements verbals i visuals però, sobretot, perquè s'estableix un *feedback* entre els dos elements participants de manera que tant l'un com altre aconsegueixen alternativament el paper d'emissor i de receptor.

Analitzem més en profunditat les conseqüències sintàctiques de la interactivitat a partir de l'articulació bàsica dels components estructurals de la RV. I per dur-ho a terme ara deixarem l'anàlisi artística i reprendrem la metàfora lingüística. Això ens portarà a un punt de convergència entre la perspectiva científica i la perspectiva comunicativa des de les quals, tal com acabo d'esmentar, es pot abordar la interactivitat. Els fonemes de la teoria d'André Martinet correspondrien als píxels que, agrupats, també formen unitats mínimes dotades de significat. Aquestes unitats es podrien dividir en dues categories:

- La forma, assimilable al lexema perquè posseeix significant i significat.
- El color i la textura, assimilables al morfema, perquè també s'afegeixen a l'anterior –el qualifiquen– per formar una entitat major i perquè també posseeixen un significat però no un significant.

Tots dos elements¹⁶⁰ s'uneixen per formar paraules / objectes que, a través de les associacions espacials i temporals establertes entre ells en el segon nivell de sintaxi, formarien les frases. Cada imatge seria una frase i el dinamisme les articularia en un text coherent i complet. Però, si hi introduïm la interactivitat, llavors l'analogia amb el text ja no ens serveix perquè un text està tancat i la seva transmissió és unidireccional. Llavors cal parlar, més aviat, d'un diàleg, ja que en ell el missatge s'actualitza constantment com a resultat de la interacció entre els dos elements emissors / receptors. Evidentment, la identificació amb una conversa humana no és total, ja que la màquina – si més no, de moment – no pot inventar res fora de la seva programació i, per tant, tampoc no pot imitar l'espontaneïtat i la capacitat d'error d'un/a interlocutor/a humà. Per altra banda, posseeix un avantatge i és la seva exhaustivitat i, sobretot, la seva

¹⁶⁰ La correspondència amb el concepte d' "iconema" de Tomás Maldonado (Maldonado, 1994: 43-44) es fa difícil de precisar perquè la seva definició és una mica vaga: el terme designaria aquelles parts de la representació més carregades semànticament, que permeten el reconeixement d'un objecte, fins i tot quan la representació no és gaire "realista". Per la seva relació amb els conceptes de "fonema" i "grafema" sembla que l' "iconema" posseeix un matís més figuratiu, és a dir, associat a la representació física (dels elements morfològics) en general; mentre que els meus conceptes es refereixen més aviat al contingut intel·lectual.

capacitat de treballar amb diferents codis alhora i, molt especialment, amb el visual - icònic.

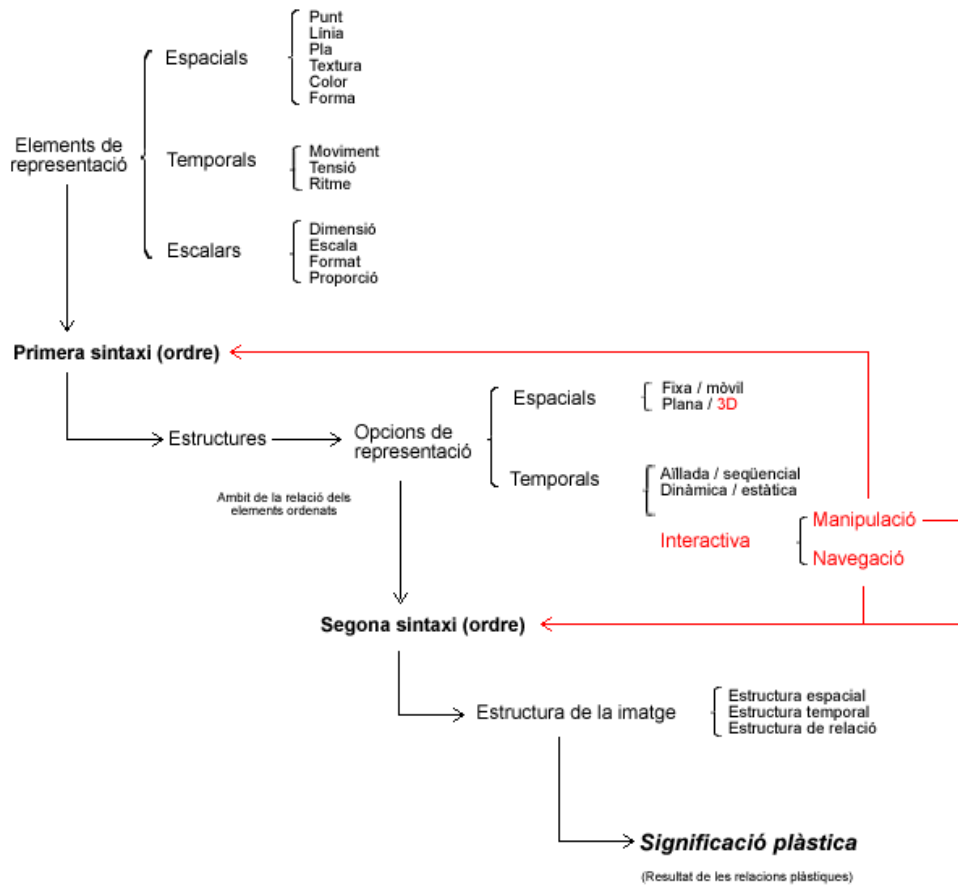


Figura 58: Funcionament semiòtic de la RV: la seva interactivitat modifica sensiblement l'esquema pensat per les imatges.

La intervenció de la interactivitat, per tant, afecta tant la significació plàstica com el component semàntic. En el primer cas, com es pot apreciar a la Figura 57, podem distingir dues situacions: que es limiti a la navegació o que modifiqui les característiques del món simulat. La navegació només influeix en la disposició dels objectes i, per tant, incideix en el segon nivell de sintaxi. En canvi, la modificació dels paràmetres quantitius i qualitius de la reconstrucció influeix en els elements morfològics bàsics i, per tant, incideix també en el nivell més bàsic de la sintaxi. En el segon cas, el de la semàntica, l'esquema tradicional també queda afectat per la interactivitat perquè no només hi ha l'element denotatiu i connotatiu de cada imatge quieta sinó també el significat que sorgeix de la seva connexió, de la possibilitat d'alterar el discurs amb una finalitat epistemològica. Això afegeix un component simbòlic extern que no està contemplat en l'estudi de imatges però sí, precisament, en el de la Lingüística, dins l'apartat de Pragmàtica del discurs. Ho veurem amb més detall a la secció de Semàntica i, sobretot, a la de Pragmàtica, on desenvoluparé l'explicació sobre de quina manera la RV pot acomplir un objectiu científic en el cas específic de l'Arqueologia.

En conclusió, a la base, la sintàctica més bàsica de la RV es pot comparar tant amb el llenguatge verbal com amb les imatges, però la interactivitat modifica aquests elements de manera que deixem enrera les imatges dinàmiques i ens apropem al diàleg. Tanmateix, tampoc no es pot equiparar a una conversa humana perquè li manca la riquesa de la creativitat però, en canvi, es compensa a través de la multisensorialitat – com en la relació amb el medi– i l'exhaustivitat –pròpia de les computadores. Així doncs, la RV s'apropa a l'intercanvi amb l'entorn, amb la diferència que, mentre que aquesta experiència habitual acostuma a ser denotativa i connotativa a un nivell cultural –conceptualització segons els patrons apresos socialment–, en la RV posseeix connotacions de tipus epistemològic –abstractes, propis del raonament superior– que, com ja he esmentat, ens endinsen en l'àmbit més específic de la Pragmàtica.

II.5.2. Semàntica de la RV

Segurament per efecte de la teoria matemàtica de la comunicació i els intents d'aplicar-los a la comunicació humana, la RV presenta dos nivells: un primer que es refereix estrictament a la transmissió d'unitats d'informació –té a veure només amb la màquina– i un altre que està relacionat amb la comprensió del missatge transmès. Aquest darrer és el que realment dóna sentit a la comunicació humana i el que tractarem en aquesta secció.

Per començar, hem de dir que, des del punt de vista figuratiu, la RV no és diferent de qualsevol altra imatge: els mecanismes pels quals tots els elements morfològics i les relacions entre ells prenen significat són els més bàsics i naturals, són alhora innats i apresos des dels primers moments de vida i es posen en marxa a través del procés de percepció, que inclou una part de reconeixement dels objectes i una altra d'interpretació dels aspectes simbòlics i metafòrics, que són secundaris i provenen de convencions culturals. En el fons, analitzar el llenguatge d'una imatge equival a aprofundir en els sistemes de valors socials, culturals, espacials, morals, etc. d'una cultura. La RV hi superposarà un segon nivell, generat per la interactivitat, que relaciona imatges o altres fragments d'informació que tenen a veure amb l'objectiu últim del model. Per tant, la comprensió de les imatges es produiran segons l'esquema que apareix a la figura següent:

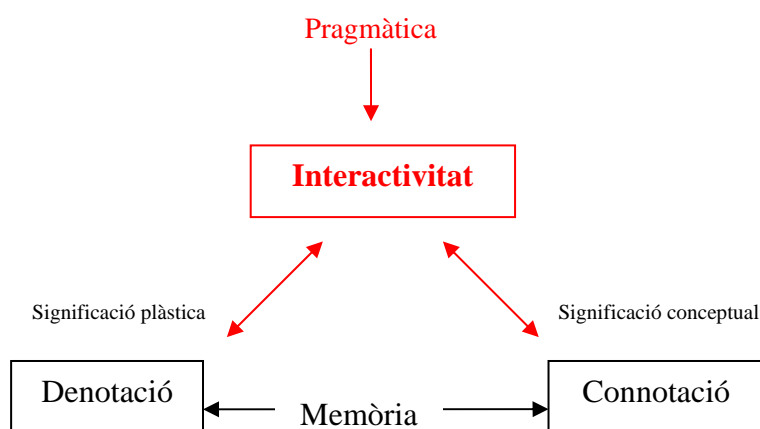


Figura 59: comprensió de les imatges tal com queda un cop modificada per la intervenció de la interactivitat.

Una representació sempre envia a la realitat que representa i significa per la capacitat d'establir aquesta relació amb ella. Nosaltres estem tan acostumats i acostumades a establir automàticament i obviar aquesta relació que directament interpretem com a real la representació. La RV porta aquesta confusió entre realitat i representació a l'extrem, trenca el model semiòtic habitual, perquè desestabilitza la relació tradicional entre significant i significat, ja que s'hi difumina la distinció tradicional entre la realitat i la representació. Aquesta ja no és una expressió verbal i per tant abstracta, ni una imatge estàtica, realitzada en un suport clarament distingible de la materialitat dels objectes representats, sinó que posa davant dels sentits uns estímuls que reproduïxen els que correspondrien a l'objecte real. En relació amb Tijus (Tijus, 1995) i les quatre categories ontològiques d'un objecte¹⁶¹, l'objectiu de la RVI és, precisament, apropar al màxim l'objecte proximal i l'objecte referit fent que desaparegui la informació sobre el suport. Això s'aconsegueix impedit l'accés dels sentits al món real i proporcionant-los directament una informació concreta sobre la realitat, és a dir, estimulants-los artificialment. Aquest truc perceptiu no és un invent de la tecnologia actual, sinó que Adelbert Ames ja va demostrar experimentalment les teories kantianes sobre l'aprehensió de la realitat amb les seves "cambres", en què la forma real de l'estança no tenia res a veure amb la imatge que se n'obtenia quan es mirava pel forat. En qualsevol cas, aquesta proximitat entre la realitat i la seva representació no trenca el triangle semiòtic d'Ogden – Richards perquè la imatge mental sempre hi és present, però sí que apropa el símbol i el referent (a través de la iconicitat); en el fons, pretén que tots tres elements tendixin a situar-se cap al centre d'equilibri del triangle, és a dir, el seu objectiu fa que es difumini la seva distinció i es confonguin. Això és pot expressar d'una altra manera, prenent com a referència la distinció lingüística tradicional entre significant, significat i símbol: la RV simplifica aquesta relació perquè elimina un nivell d'arbitrarietat –el lingüístic– i es queda en el de les convencions pictòriques, que són més "universals" –perquè són menys abstractes– que les llengües.

La noció de major o menor abstracció ens porta a preguntar-nos quina és la veritable relació entre la RV i la realitat. Dit d'una altra manera, la RV és analògica, isomòrfica o homòloga? La RV, per actuar, estableix una discontinuïtat amb el món físic, ens en separa i el substitueix. Però funciona perquè conté elements comuns amb la realitat que ens permeten reconèixer la reconstrucció com una representació plausible de la primera. Aquesta intersecció es basa en una correspondència principalment estructural. El qualificatiu següent, que ens decanta cap a l'isomorfisme o l'analogia, depèn, al meu entendre, del nivell d'anàlisi en què ens situem. Segons Fischler i Firschein (Fischler i Firschein, 1987: 74, 78) es tractaria d'isomorfisme perquè no tenen en compte la interfície i només consideren la relació mètrica directa. Per tant, els apropa forma i estructura. En canvi, altres autors consideren important la funció: deixant de banda l'objectiu científic general, la interactivitat busca la simulació dels fenòmens naturals, la qual cosa vol dir que la funció és la mateixa i, per tant, ens situem en el context de l'analogia. Podem concloure que la RV, especialment la RVI, pretendria reunir totes tres variables, la forma, la funció i l'estructura de tal manera que la reconstrucció fos isomòrfica des del punt de vista formal i analògica des del punt de vista del comportament. El punt d'intersecció entre totes dues és, precisament, l'estructura. Però el més important és que aquesta naturalesa isomòrfica / analògica de la relació entre

¹⁶¹ Vegeu el tercer paràgraf de l'apartat sobre la relació entre objecte i representació de la semàntica de les imatges.

representació i realitat és la que li confereix, seguint la concepció de Wittgenstein, Leibniz i Pierce, el seu poder verificatiu, és a dir, el seu valor com a model científic.

La dimensió epistemològica de la RV es deriva de la seva relació amb la realitat, és a dir, de la seva capacitat per simular-la. A l'apartat sobre la relació entre l'objecte i la seva representació he reproduït una taula adaptada al cas de l'Arqueologia, però ja apuntava que no semblava gaire adequada per a la RV atès que Moles (Moles, 1975) la va proposar pensant en representacions estàtiques i, en canvi, les reconstruccions virtuals són dinàmiques i interactives. Vegem primer de tot, on es situaria la RV dins l'esquema general.

Escala d'iconicitat o abstracció				
Grau	Nivell de realitat	Criteri	Dimensions	Exemple
0	Objecte	Restableix totes les propietats de l'objecte	3 (material)	Objectes en una exposició; jaciment arqueològic
1	Model tridimensional a escala	Restableix totes les propietats de l'objecte. Existeix identificació però no identitat	3 (materials i representades)	Reproducció d'un objecte; reconstruccions com l'Archéodrome o Calafell
2	Model reduït o augmentat	Les propietats geomètriques es mantenen	3 (materials i representades)	Maquetes
3	Imatges de registre estereoscòpic	Restableix la forma, mida i posició dels objectes emissors de radiació presents en l'espai	3 (no materials però sí representades)	Hologrames
3,5	Realitat Virtual	Restableix la forma i posició dels objectes emissors de radiació projectats en una pantalla segons una perspectiva rigorosa	2 materials 2,5 o 3 planes + temporal	Reconstruccions virtuals
4	Ortofotografia	Projecció, perspectiva rigorosa	2 materials 3 representades	Fotografia d'un sòl al jaciment o d'un objecte sense distorsions (fotogrametria)
5	Fotografia en color	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Fotografies
6	Fotografia en blanc i negre	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Fotografies
7	Dibuix perspectivista, perfils dibuixats	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Dibuixos
8	Esquema anatòmic o de construcció	Es manté la topografia però arbitrarietat dels valors, quantificació dels elements i simplificació	2 materials 3 representades	Tall anatòmic, mapa geogràfic, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic
9	Vista en secció o en alçat, representació figurativa no perspectivista; pictogrames	Es produeix identificació però les relacions espacials estan alterades. Totes les característiques sensibles, excepte la forma estan abstractes. Disposició segons proximitat topològica	2 materials 2 representades	Tall anatòmic, mapa, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic sense mètrica, esquemàtics; circuit elèctric; siluetes, dibuixos infantils
10	Organigrama o esquema bloc	Substitució dels elements per símbols normalitzats; pas de la topografia a la topologia; geometrització	2 materials 2 representades	Organigrama d'una societat o d'un programa d'ordinador
11	Esquema de formulació	Els elements són caixes negres funcionals, enllaçades per connexions lògiques	2 materials 2 representades	Fórmules químiques desenvolupades, sociogrames
12	Esquemes d'espais complexos	Relació lògica i topològica en un espai no geomètric entre elements abstractes. Les unions són simbòliques	2 materials 1 representada	Forces, esquemes d'estàtica
13	Esquema d'espais purament abstractes i esquemes vectorials	Combinació en un mateix espai de representacions d'elements esquemàtics (fletxa, recta, pla, objecte) pertanyents a diferents sistemes. No estan units per cap criteri lògic	2 materials 0 representades	Gràfics vectorials, objectes sonors, triangle de les vocals
14	Descripcions en paraules normalitzades o fórmules algebraïques	Representació gràfica en un espai mètric abstracte de les relacions entre magnituds vectorials	2 materials 0 representades	Equacions i fórmules. Textos
15	Signes	Signes purament abstractes, sense connexió imaginable amb el significat	2 materials 0 representades	Signes fets a l'atzar, automàticament

Taula 8: Situació de la RV dins l'escala d'iconicitat.

Tal com mostra la taula 8, la RV es troba a mig camí entre l'holografia i l'ortofotografia, ja que la representació no té materialitat i això li permet representar (dinàmicament) la tridimensionalitat, però alhora està limitada per la pantalla que la conté. En realitat és com una tridimensionalitat plana, en què les distàncies mètriques sempre són euclidianes –com en les fotografies ortocorregides– amb l'afegit que es pot

variar el punt de vista i proporcionar panoràmiques perspectivistes. Així mateix, el gran avantatge de la RV és que té la capacitat de desplaçar-se per aquesta escala o, més aviat, contenir qualsevol de les categories per sota del punt en què l'he situada. Això és possible gràcies a la lògica abstracta subjacent a tots els ordinadors, que li permet, tal com també afirma Tomàs Maldonado (Maldonado, 1994: 149), accomplir les mateixes funcions que els models icònics clàssics i combinar-ho amb models matemàtics i diagramàtics. Els elements que determinen la posició de la RV són la interfície i el contingut que, al seu torn, depenen de la funció pragmàtica del model. Des del punt de vista de la interfície, la RVI es situarà cap amunt, mentre que el *Desktop* ho farà cap avall, sempre tenint en compte que estem parlant de la capacitat ergonòmica i no pas del figurativisme del contingut. És a dir, que hem afegit un altre criteri de classificació, el de la capacitat de simulació de la nostra percepció del món. Des del punt de vista del contingut, el VH ideal es situaria entre el nivell 4 i el 7 perquè es pot canviar l'angle d'observació durant la navegació però està necessàriament simplificat perquè no es disposa de totes les dades.

A partir d'aquí la qüestió de la classificació es complica perquè la RV està formada per diversos elements, cadascun amb el seu grau d'iconicitat –des del dels textos (14) fins el dels esquemes (8). El format d'emmagatzematge de les dades –la memòria de l'ordinador és virtual–, el dinamisme i la hipertextualitat permeten passar d'un a l'altre dins una estructura de coneixements (o informacions) coherent. Quan es tracta de comunicar els continguts de manera didàctica, la RV pren aquesta segona forma, la del multimèdia; en canvi, quan es dedica a l'anàlisi espacial estricta, puja als nivells d'iconicitat més elevats. En relació amb aquesta darrera, si ens dediquem a la navegació en temps real, ens situen als nivells 4-7 perquè va lligat al moviment en l'espai. Però què passa quan es tracta d'una simulació històrica i ens movem a través del temps? Heus aquí una altra categoria que hauríem d'introduir a la taula –vegeu la taula 9 –, independent de les altres, perquè els dos tipus d'interfície poden contenir-la. Hem guanyat en abstracció? D'una banda, sí, perquè estem entrant en el domini de la lògica de la causalitat i les connexions que establím entre els diferents estats es poden considerar simbòliques; però, de l'altra, no, perquè estem representant la realitat amb major precisió. En altres paraules, l'estem reconstruint no pas com a imatge estàtica sinó com a sistema dinàmic, seleccionant alguns dels fenòmens que s'hi produeixen. Això és vàlid des del moment que els objectes situats en el món real no estan fixats en un entorn únicament espacial, sinó que també hi intervé, de manera inevitable, el temps i, conseqüentment, s'hauria d'incloure en una escala que reflecteixi no pas la “iconicitat” sinó el grau de proximitat a la realitat, perquè el primer terme posseeix connotacions excessivament “pictòriques”.

Aprofundim en aquesta reflexió des d'una altra perspectiva. La topologia és una part de les Matemàtiques que estudia les relacions (geomètriques) entre els objectes però sense tenir en compte les distàncies ni la perpendicularitat. Entesa la topologia com a estudi de l'ordre entre les coses, podem considerar el temps com una entitat contínua dotada d'una topologia concreta, en virtut de la qual no es pot alterar l'ordre lògic dels esdeveniments. Per tant, si integrem la variable temps com a element d'iconicitat estem afegint una restricció més, que modifica les relacions de la taula perquè la seqüència temporal és més abstracta, és una funció “espacial” o “geomètrica” molt especial. Un espai amb quatre dimensions és més abstracte que un que només en contingui tres, ja que la quarta no presenta una manifestació icònica directa sinó que es pot apreciar, indirectament, a través de les modificacions que pateixen les altres tres i, per tant, ja

hem sortit de l'àmbit de la temporalitat i hem passat al de la geometria¹⁶². Això implica dues coses: en primer lloc, que la seva presència es percep a través d'una inferència mental, la qual cosa ens situa en nivells d'abstracció superiors; en segon lloc que, en realitat, el temps i l'espai són perpendiculars, és a dir, que estan lligats però podem considerar-los separatament ja que, en un instant concret no podem mesurar les dues variables per a un mateix objecte i, per tant, en aquestes circumstàncies, el temps no afecta el grau d'abstracció a nivell espacial. Com resoldre aquesta paradoxa? El temps afegeix i resta alhora abstracció, s'apropa i s'allunya al mateix temps del nivell 0 de realitat.

Escala de proximitat a la realitat de la RV						
Nivell de realitat 1	Criteri 1	Grau	Nivell de realitat 2	Criteri 2	Dimensions	Exemples
RH	Augmenta la realitat a través dels propis objectes	1+	Reproduccions de la realitat o aquesta mateixa que conté i mostra informació integrada	Artefactes informatius, actuen com la realitat	4 (les de la realitat)	<i>Tangible media</i> . Reproducció objecte museu Ename
RA	Augmenta la realitat a través de la seva captació i exhibició en una pantalla	3+	Imatge de la realitat amb informació superposada	És dinàmic, interactiu i mostra l'entorn en temps real	2,5 (navegabilitat en 2/3D pla) + 1 (temporal real)	PDA al museu o al jaciment
RVI	Simula la percepció multisensorial del món i la sensació d'immersió i presència en un entorn que pot preservar totes les propietats geomètriques	3,125	Model	És dinàmic, interactiu i simula la temporalitat	3,99 (temporal, navegabilitat i multisensorialitat)	Holodeck. VisTA- walk system és el que més s'hi apropa
		3,25	VH	És dinàmic	2,5 (navegabilitat i 3D pla)	Projecte Nu.Me, Troya VR, etc.
		3,375	Imatges digitals	És estàtic	2 (igual que una fotografia)	Dunhuang CAVE
Desktop	És com una finestra a un món manipulable. Projecció segons perspectiva rigorosa	3,625	Model	És dinàmic, interactiu i simula la temporalitat	3,99 (temporal, navegabilitat i multisensorialitat)	Vista System, Projecte Nu.Me
		3,75	VH	És dinàmic	2,5 (navegabilitat i 3D pla)	La majoria de reconstruccions virtuals actuals
		3,875	Imatges digitals	És estàtic	2 (igual que una fotografia)	La majoria de les primeres reconstruccions virtuals

Taula 9: escala d'iconicitat o, més aviat, de proximitat a la realitat, tal com queda un cop hem introduït la capacitat interactiva quadridimensional de la RV.

La solució es troba en adonar-se que estem parlant de dues coses diferents: la iconicitat, que es refereix a les característiques formals estàtiques (i, per tant, no és la més adequada per la RV); i l'abstracció, que es refereix a la proximitat general a la forma i comportament de la realitat i, per tant, inclou el dinamisme propi de la RV. En aquest cas hem de distingir dos tipus d'abstracció: un de tipus físic, associat a la semblança perceptiva i el dinamisme, i un de tipus intel·lectual, associat a la interactivitat. Quan considerem el dinamisme a nivell global, de tota la imatge, podem afirmar que ens apropem a la realitat perquè és com si actuéssim en l'entorn; en canvi, el dinamisme dins la reconstrucció, és a dir, la seva transformació temporal sí que incrementa clarament l'abstracció perquè els vincles entre les unitats d'informació ja no són necessàriament icònics sinó d'una altra mena: lògics. Això permetria integrar una

¹⁶² Això no és altra cosa que el principi d'incertesa o indeterminació de Heisenberg.

altra característica de la RV –que alterava novament la concepció de l’escala– i és que, encara que sigui dinàmica com el món físic, la pròpia naturalesa computacional de l’ordinador discretitza el temps simulat i la interactivitat permet tirar-lo endavant i enrera, de tal manera que s’altera la seva topologia natural que, com deia abans, és unidireccional. És així com ens trobem que virtualment podem fer coses que el temps no pot fer de debò però que, per això mateix és tan convenient per la recerca Arqueològica. En qualsevol cas, aquesta és una temporalitat més abstracta, que lliga amb un objectiu científic i, per tant, ens porta a l’àmbit del raonament i la causalitat. Aquestes connexions lògiques són més abstractes que les simples imatges. Però els dos tipus d’abstracció no són incompatibles perquè ja existeixen en qualsevol representació, atès que aquesta no és altra cosa que una realitat pensada i, per tant, conté alhora una dimensió física i una d’intel·lectual.

Per això estic d’acord només a mitges amb Jaron Lanier quan afirma que amb la RV s’ha entrat en una “era post - simbòlica”, ja que en lloc d’un símbol es transmet una entitat similar a la cosa mateixa (Biocca i Levy, 1995b: 22). Que sigui més icònic no significa que no puguem representar, en aquell objecte, tots els de la seva categoria. En aquest cas, l’abstracció s’entén com un grau de particularitat o generalitat: si eliminem les característiques particulars i conservem els trets més definidors des del punt de vista semàntic, no ens trobarem davant la representació d’un arbre concret sinó de tots els arbres d’aquella mateixa espècie. És a dir, que la seva funció serà més simbòlica que icònica. La RV té la capacitat de fluctuar entre els nivells de simbolisme sense perdre la seva capacitat denotativa i epistemològica. És més, en el cas concret de l’aplicació científica, la generalització és fonamental des del punt de vista del raonament inductiu. La meua crítica, per tant, s’adreçaria més a defensar la idea següent: que sigui post - simbòlic no vol dir que sigui post - semiòtic, que és el que, en el fons, està pensant Lanier.

Tota la reflexió anterior al comentari sobre Lanier suggereix una conseqüència de cara a la difusió del coneixement arqueològic i, especialment, de les explicacions sobre l’origen dels fenòmens observats. Atès que es tracta d’un concepte complex – especialment en el cas de la multicausalitat– i que pot exigir llargues explicacions verbals, l’ús d’una reconstrucció virtual serviria per facilitar aquesta tasca divulgativa, ja que presenta les connexions causals i altres tipus de raonaments o metodologies abstractes a través d’una representació flexible de tipus icònic. Per altra banda, la representació icònica perspectivista de la realitat es considera, de totes les convencions representatives, la més propera a la realitat de la nostra percepció sensorial i, per tant, la millor a l’hora de simular la interacció directa amb l’entorn (Cadoz, 1995: 74; Maldonado, 1994: 38). D’aquesta manera, les nostres conductes són equivalents a les que es produirien en presència de l’objecte real i és aquesta capacitat que li confereix el seu potencial verificatiu. Això és, precisament, el que em porta a defensar aquest ús específic de la RV: si volem fer narrativa ja hi ha els llibres o les pel·lícules; per expressar conceptes molt abstractes, el llenguatge verbal o algebraic són insubstituïbles; el potencial de la RV rau en la interactivitat i la seva capacitat de sistematitzar i explicitar les cadenes inferencials relacionades amb la manipulació directa del món i, en el cas de l’Arqueologia, amb l’afegit de la dimensió temporal. Si definim l’abstracció com el nombre de dimensions que es presenten o s’obvien, la RV és ideal des del punt de vista museogràfic perquè a diferència de les representacions estètiques, afegeix el temps, la qual cosa implica que es guanya en concreció i, per tant, es redueix la feina intel·lectual dels i les visitants.

Tot això és possible, paradoxalment, perquè la lògica binària de l'ordinador trenca la relació entre significant i significat. Com ja vàiem a l'apartat sobre la definició de la RV com a computadora, el pensament matemàtic de Leibniz es troba a la base dels treballs de Boole, que després Shannon aplicarà als circuits de comunicació i von Neumann a les primeres computadores. En el fons, la RV és una combinació integrada de tot això – computadores, comunicació, imatges, etc.– que treballa gràcies a un doble mecanisme: internament, desintegra la relació semàntica entre significant i significat, però a la pantalla la torna a recuperar, en certa manera, a l'estil de la síntesi hegeliana que definia Walter Ong. Les relacions que les imatges virtuals estableixen amb el coneixement a través de la interactivitat i els *hiperlinks* es basen en una concepció abstracta de tot el coneixement que arrenca amb Leibniz, però encara mantenen una relació amb el món, igual que el llenguatge natural. Això em porta a considerar la RV com una interfície, un traductor bidireccional entre la nostra concepció del món i el llenguatge lògic simbòlic que ens permet manipular les unitats de significat o de coneixement que, en lloc d'estar codificades segons el llenguatge verbal, ho fan segons l'icònic perquè estem treballant amb dades espacials.

II.5.3. Pragmàtica de la Realitat Virtual

II.5.3.1. Introducció

Als capítols anteriors hem parlat, en primer lloc, de la percepció humana i la idoneïtat de la RV des d'aquest punt de vista perquè es tracta d'un procés necessari fonamental en qualsevol ús de representacions externes. Després hem abordat les característiques sintàctiques i semàntiques de les imatges per definir les implicacions de la RV com a representació externa del coneixement. En aquest cas hem vist que el model semiòtic tradicional era insuficient perquè, gràcies a la interactivitat, la RV conté un potencial comunicatiu i epistemològic que supera el de les imatges estàtiques o el text i que, en bona part, depèn de l'ús concret del sistema de representació, és a dir, de la seva dimensió pragmàtica. També hem vist, molt breument, i com a punt de partida per endinsar-nos en les aplicacions de la RV en Arqueologia, quines funcions poden accomplir les imatges. La Pragmàtica es la branca de la Semiòtica que estudia la comunicació amb relació als seus usos, especialment pel que fa als elements que hi participen, la influència entre ells i la tipologia pràctica que això genera. Aquest és l'aspecte que es tractarà en aquest capítol i que, en el nostre cas, significa analitzar les funcions (comunicatives) que pot accomplir la RV en tant que reconstrucció interactiva de cara a la recerca arqueològica i la transmissió / adquisició d'aquest coneixement.

Tal com hem vist quan definíem la RV al capítol corresponent, la funció comunicativa de la RV actua a dos nivells estretament vinculats a la tecnologia. El primer, la interacció entre la màquina i la persona, atès que les computadores es van idear com a interfícies cada cop més personalitzades per tal d'emmagatzemar, manipular i obtenir coneixement, aprofitant les capacitats de càlcul i memòria d'un processador primer analògic i després electrònic. El segon nivell és la comunicació entre persones, ja que els ordinadors són un component fonamental de les TIC i han esdevingut nodes interconnectats, veritables portals d'accés al nou "Ciberespai cultural". Això no només implica la comunicació i l'accés a informacions en temps real,

que són els aspectes més innovadors i rellevants actualment, sinó que significa que les TIC constitueixen una nova generació d'artefactes culturals, a mig camí entre la lletra impresa i les telecomunicacions i, per tant, aconsegueixen –entre d'altres– la mateixa funció de transmissió de coneixement que els llibres. Però la RV està formada per un conjunt d'imatges dotades d'una característica que no posseeixen els quadres o els audiovisuals tradicionals: la interactivitat. És gairebé impossible que això no comporti la possibilitat d'un ús diferent al que es reservava tradicionalment a les manifestacions icòniques, atès que la interactivitat inherent a les computadores obre un nou ventall de possibilitats en tots els àmbits del coneixement humà.

II.5.3.2. La recerca arqueològica

II.5.3.2.1. Introducció

Ara que hem vist de manera resumida la utilitat general de les imatges, especialment en el cas de la recerca i l'aprenentatge, podem passar a tractar específicament les bases teòriques que recolzen l'ús de la RV en Arqueologia. En aquest cas, la Pragmàtica de la RV està relacionada amb dues activitats: la recerca i la difusió. Tot i que la segona és la que més ens interessa i em centraré exclusivament en l'àmbit dels museus, abans de verificar la utilitat de la RV per la transmissió del coneixement arqueològic al públic no expert, voldria comprovar si hi ha un fonament epistemològic per aplicar-la, si existeixen punts de contacte entre ambdós elements que contribueixin a justificar la seva relació. El motiu és que l'abundant bibliografia recollida sobre aquest àmbit defensa, en molts casos, la seva utilitat de cara al públic i a la recerca, però no recolza aquesta afirmació en cap base teòrica o empírica.

En un primer moment, el fet que la RV participi en el domini del saber no és una condició *sine qua non* perquè tingui una utilitat museogràfica: hi ha molts casos en què els recursos didàctics són diferents dels instruments metodològics propis d'una disciplina. Tanmateix, crec que l'èxit dels museus de Ciència o Tècnica han demostrat que la integració de la metodologia contribueix per diferents camins –motivació, facilitació, etc.– a la comprensió del tema, especialment en aquells casos en què la disciplina presenta uns procediments especialitzats. Això no obstant, en un nivell més teòric, sí que és imprescindible una connexió entre la RV i l'Arqueologia: per posar un exemple caricaturesc, a ningú no se li acudiria explicar o representar els poemes d'Ausiàs March mitjançant fórmules matemàtiques perquè és impossible, no tenen res a veure. Aquest és el pilar essencial dels fonaments teòrics: la RV és un llenguatge de representació del coneixement i de comunicació i, per tant, ha de permetre expressar aquell domini; si no, no hi ha comprensió possible. És aquest, el cas de l'Arqueologia? La meua resposta és totalment afirmativa: en els nivells més bàsics del procés de recerca, l'Arqueologia treballa amb la geometria –coordenades cartesianes, etc.– i imatges –plànols, dibuixos, mapes, etc.– perquè la seva font principal de coneixement, el jaciment, és de tipus espacial. Després hi ha un segon nivell inferencial i, per tant, més abstracte però els primers objectius –la teoria de rang més baix i, fins i tot el mitjà, tal com l'expressava Binford– s'estableixen en el marc de l'espacialitat a diferents escales. Posteriorment, a l'hora de transmetre aquests coneixements, ja sigui a la comunitat científica o al públic no expert, les arqueòlogues i els arqueòlegs tornen a servir-se d'imatges –gràfics, plànols, reconstruccions, dibuixos– per mostrar d'una manera més entenedora els resultats de les seves recerques.

La RV, per la seva definició, també forma part d'aquest món de les imatges i l'espacialitat i, per consegüent, hauria de tenir cabuda dins l'Arqueologia. L'ús de la RV en el procés de recerca es podria representar mitjançant el següent esquema:

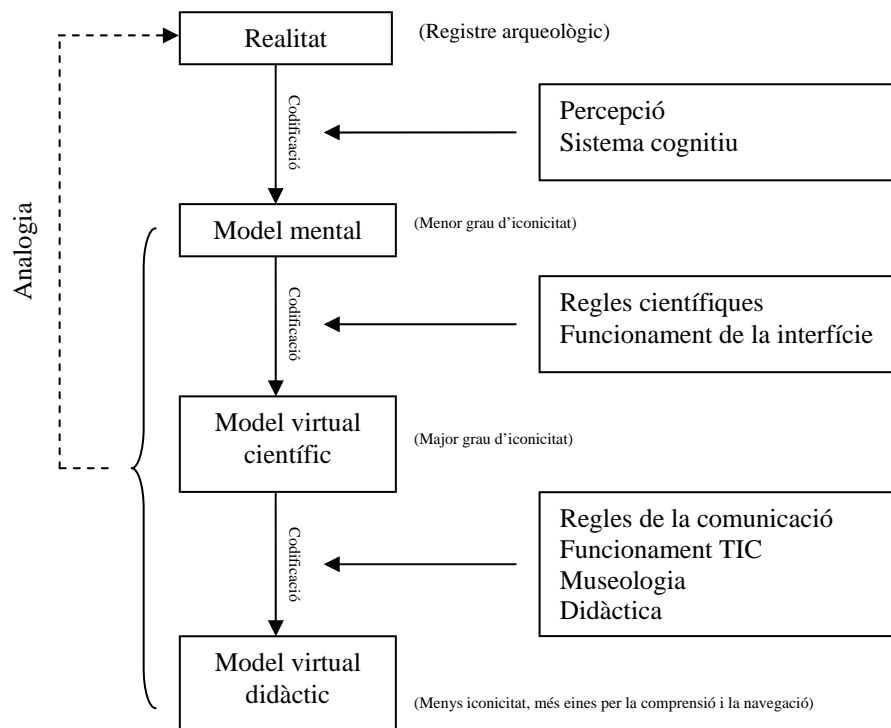


Figura 60: participació de la RV en el procés de recerca arqueològica, en virtut de la seva relació analògica amb la realitat del registre arqueològic.

Com es pot apreciar a l'esquema anterior, la RV participa en dos moments del procés de recerca arqueològica: la recerca pròpiament dita i la difusió. Malgrat que es tracta fonamentalment d'imatges, la RV posseeix unes característiques específiques que obren noves possibilitats per a tots dos vessants. Quines són aquestes possibilitats i com afavoreixen o minven l'estudi i l'explicació del passat és el que m'agradaria esbrinar en la present secció. Precisament, Thomas Stöllner iniciava la seva intervenció a les CAA (Stöllner, 2003) repassant què demanen els arqueòlegs i arqueòlogues a un model virtual:

- **Reconstruccions realistes detallades del jaciment o dels objectes.** Té a veure amb les reconstruccions virtuals “tradicionals” i serveix per la presentació al públic.
- **Tenir recollides les diferents unitats arqueològiques amb les característiques representades.** Demana una estructura de base de dades per emmagatzemar i gestionar i, per tant, és de gran utilitat en el vessant administratiu o patrimonial.
- **La comprensió espacial –distribució, relacions, característiques– del conjunt.** Es refereix a la geometria, la visualització, l'estadística i la I. A. és a

dir, operacions de tipus matemàtic o simplement intuïtiu inferencial que ens impliquen de ple en la recerca.

A priori, els models virtuals tenen la capacitat de realitzar totes aquestes funcions perquè, són alhora visualitzacions realistes, estructures de navegació i contenen la base geomètrica i òptica amb la qual es pot operar. Les aplicacions de RV són molt diverses però, com vaig demostrar en treballs anteriors, els continguts acostumen a ser sempre els mateixos i perquè s'han decidit amb independència de la interfície, el tipus d'objecte o la finalitat: en tots els casos estan condicionats per la concepció subjacent de la disciplina (Pujol, 2002a: 100).

I és per això que, tenint en compte que la tendència epistemològica condiona l'aplicació de la RV, he plantejat la reflexió sobre els fonaments teòrics de l'ús de la RV en el procés de recerca arqueològica des de tres perspectives que es podrien equiparar, simplificant molt, a tres grans etapes de desenvolupament del pensament arqueològic:

- L'Arqueologia que podríem anomenar tradicional, caracteritzada per una concepció materialista cultural o, simplement artística descriptiva.
- L'Arqueologia processual - funcionalista i les seves evolucions posteriors; és a dir, la concepció més positivista de la disciplina, que pot cercar o no l'obtenció de lleis generals de comportament.
- Les diferents tendències postmodernes, que critiquen les limitacions produïdes per l'adopció d'uns objectius i una metodologia inadequats per l'Arqueologia i proposen altres sortides, relacionades amb el simbolisme, la narrativa, l'explicitació de l'aportació subjectiva, la rellevància d'altres agents històrics, etc.

En els apartats subsegüents veurem que, efectivament, la concepció de la disciplina condiona la manera com es fa servir la RV: els objectius, els continguts, la seva ubicació en el procés de recerca, etc. La primera és la més desenvolupada en l'àmbit de l'Arquitectura, no pas perquè s'hagin escrit molts textos al respecte –ben al contrari– sinó perquè és la concepció subjacent, implícita, a l'enorme volum de reconstruccions realitzades avui dia, normalment encarregades per museus a professionals tècnics però que no tenen res a veure amb l'Arqueologia. La segona perspectiva és la que ha desenvolupat explícitament i conscientment un marc teòric. Això pot ser degut a diversos motius, entre els quals es troba una tradició historiogràfica més llarga; el seu caràcter marcadament empirista, que troba una eina ideal en la funció visualitzadora i simuladora de la RV; o el fet que sempre ha estat més propera a les Ciències “dures”, de les quals ha adaptat objectius i metodologies, especialment pel que fa a mètodes quantitius. Dos són els autors han tractat el nucli més “dur” de la teoria sobre la relació entre la RV i l'Arqueologia: Joan A. Barceló (Barceló, 2000; 2001; 2002a; 2002b) i Maurizio Forte (Forte, 2000; 2002; 2003; 2004; Forte i Guidazzoli, 1996). Parteixen de dos punts de vista diferents, però les seves aproximacions –cognitiva i física–matemàtica, respectivament– convergeixen en un marc definidor que justifica l'ús d'aquesta tecnologia: la RV és un espai virtual íntimament lligat a l'espai físic amb què tracta l'Arqueologia. Malgrat això, difereixen en la manera com aquests espais estan lligats. Si bé Forte s'atura en la dimensió espacial i es centra en el tema del GIS i la representació del paisatge, Barceló hi afegeix la perspectiva temporal, en relació amb

la causalitat històrica i, des del punt de vista tècnic, la simulació. El tercer marc teòric és el de les tendències post-processuals, que dubten de la capacitat de l'Arqueologia de superar les cadenes inferencials de primer nivell. Per això utilitzen la RV principalment de dues maneres: primera, mantenen la funció visualitzadora de la RV però amb una aplicació més intuïtiva, per copsar aspectes simbòlics del paisatge o dels monuments; segona, substitueixen la funció verificadora d'hipòtesis de l'escola de pensament precedent per una de narrativa, més propera a la seva concepció de l'Arqueologia.

II.5.3.2.2. Reflexions des de l'Arqueologia propera al materialisme cultural

La majoria de les aplicacions actuals es poden incloure dins aquesta categoria. Totes elles estan destinades a la difusió massiva de reconstruccions fotorealistes de tipus arquitectònic poc o gens interactives. Un exemple il·lustratiu el podem trobar en el projecte dut a terme per Maria Roussou i George Drettakis, que van dissenyar, implementar i avaluar dues aplicacions de RV, una per al disseny urbanístic i una altra per la comprovació i difusió d'hipòtesis arquitectòniques sobre un temple dòric (Roussou i Drettakis, 2005). El fet que totes dues aplicacions tinguin a veure amb l'arquitectura però, sobretot, que en la segona els i les professionals de l'Arqueologia consideressin que era educativa i útil per a la restauració –cap referència a la funció científica– perquè era fotorealista i encara demanessin un major nivell de detall, ens demostra que darrera hi ha una concepció monumental, descriptiva i il·lustrativa de la disciplina, que se serveix de les reconstruccions gràfiques per oferir imatges del passat. Tota aquesta qüestió va ser analitzada en profunditat en treballs anteriors (Pujol, 2002a), però aquí aportaré una novetat: la reflexió d'algú que pretén establir les bases teòriques d'aquesta activitat. Llegim la següent afirmació (Fernández Ruiz i González Garrido, 2002):

“La capacidad de difusión y de convicción de una imagen es muy elevada y las nuevas tecnologías de telecomunicaciones ayudan a esa rápida diseminación. No podemos producir artefactos digitales del patrimonio semidesaparecido sin elaborar una mínima teoría, unos criterios que separen los trabajos científicos, asesorados y fundamentados de los que pertenecen al mundo de la ficción.”

Tot i que es tracta d'una tasca imprescindible i la iniciativa és digna de lloança, el problema és que es tracta d'un arquitecte. No pretenc criticar les aptituds d'aquest col·lectiu però crec que aquesta reflexió teòrica l'han de realitzar els arqueòlegs i arqueòlogues perquè estem tractant amb el seu objecte d'estudi. El fet que el major nombre d'articles aplicatius o que aquests tres articles teòrics estiguin escrits per professionals de l'Arquitectura o el CAD demostra que el desenvolupament de la RV en Arqueologia s'està realitzant des de fora de la disciplina i que no contribueixen a canviar les concepcions tradicionals. Ben al contrari, les reforcen: ara treballem amb més minuciositat que mai per proporcionar a les reconstruccions computacionals el nivell de detall que exigeixen.

La reflexió de José Antonio Fernández Ruiz, professor de CAD de l'ETSAG, parteix de dues premisses: en primer lloc, el protagonisme de l'Arquitectura, ja que és la disciplina artística i tècnica que s'ocupa dels edificis o espais habitats; en segon lloc, el fet que el temps malmet les informacions sobre l'estat passat dels monuments i per tant dificulta la seva comprensió, especialment en el cas de les persones que no posseeixen

els coneixements factuais i metodològics necessaris per realitzar hipòtesis de reconstrucció (Fernández Ruiz, 2002). La seva idea del Patrimoni és totalment arquitectònica. Com a conseqüència, relega l'Arqueologia a un paper secundari –només intervé quan l'espai arquitectònic esdevé imperceptible– i justifica el paper preponderant dels i les arquitectes en les reconstruccions virtuals, ja que aquest col·lectiu posseeix una llarga experiència en l'ús del CAD. El principal problema d'aquesta concepció artística del Patrimoni és que el priva de la seva funció com a objecte científic, el desvincula de la recerca i el situa en un univers purament contemplatiu o, com a molt, descriptiu. I aquesta no és altra que la funció que ha acomplert tradicionalment l'Arqueologia.

En canvi, en l'àmbit estricte de l'Arquitectura, la utilitat de la RV posseeix un sentit lleugerament diferent, relacionat amb la restauració i, per tant, molt més justificat que en el cas de l'Arqueologia, en què és purament il·lustratiu i manllevat d'altres disciplines, com ara l'Art i l'Arquitectura. Atès que, a més de ser caríssim, la “*Carta del Restauro*” impedeix actuar directament sobre els monuments, les reconstruccions virtuals serveixen per restituir i comprendre els diferents estats dels espais originals (Fernández Ruiz, 2002). En aquest cas, l'ús de la virtualitat computacional és molt adient perquè pal·lia les impossibilitats físiques però presenta un problema i és que mai no s'aconseguirà una restitució de l'espai en el sentit arquitectònic del terme perquè la tercera dimensió sempre és simulada. Això no obstant, els fonaments dels models sí són científics –des del punt de vista arquitectònic– perquè contenen una “formalització científica” (Gómez Robles i Fernández Ruiz, 2003), és a dir, una geometria acurada –la base amb què treballen a l'hora de construir edificis– que, en aquest cas, prové d'una recerca històrica - arquitectònica sobre el monument. La demostració de la “cientificitat” de la seva concepció sobre la RV és que l'autor adverteix contra la profusió de reconstruccions d'aparença espectacular però totalment buides de contingut (Fernández Ruiz, 2002):

“La modelación sin la formación adecuada se decanta como un sistema de representación con el lastre del equívoco del espejismo de la arquitectura, del pensamiento de que ésta es solo forma o escena. Esto es un riesgo para el mundo científico en la disciplina de la representación digital del patrimonio parcial o totalmente desaparecido.”

Malauradament, aquestes consideracions no són vàlides per l'Arqueologia: no n'hi ha prou amb què els models siguin geomètricament acurats i precisos en els detalls externs perquè, molt sovint, aquest nivell de detall és impossible. L'Arquitectura necessita models d'edificis acabats perquè la seva concepció és purament espacial. Però això mateix es trasllada a l'Arqueologia sense tenir en compte que s'estan expressant com a vàlides suposicions hipotètiques sobre un edifici que ja no hi és i del qual es desconeixen moltes informacions. Tanmateix, aquesta és una qüestió que ni es planteja perquè es parteix d'una concepció estrictament arquitectònica i artística que encaixa perfectament amb la tradició romàntica de l'Arqueologia.

Diu Fernández Ruiz (Fernández Ruiz, 2002):

“Teníamos que fabricar arquitecturas imaginarias, reconstruir mentalmente espacios, con los consecuentes errores e insuficiencias que tiene un medio como es nuestro cerebro para imaginar la tercera dimensión.”

Com que la seva finalitat és únicament l'espacialitat general configurada per l'edifici (Fernández Ruiz, 2002; Fernández Ruiz i González Garrido, 2002) i aquesta és fàcilment restituïble, l'autor no té en compte que tan errònia pot ser la imaginació com les reconstruccions virtuals. La frase que resumeix perfectament aquesta concepció arquitectònica és la següent (Fernández Ruiz i González Garrido, 2002):

“Al tratarse de objetos cuya morfología puede ofrecer algunas dudas, no deberán producir modelos de solución formal única, pero sí de solución espacial única.”

Això legitima algunes de les reconstruccions virtuals habituals, tant per la validesa de les dades com per l'aproximació al coneixement, que és de tipus contemplatiu. Però, en canvi, la precisió d'aquests detalls és important des del punt de vista del rigor històric perquè la versemblança global no és admissible com a criteri d'acceptació d'una informació. Precisament, aquí sorgeix amb força un dels inconvenients d'aquesta concepció de la RV per l'Arqueologia: és excessivament precisa i explícita, li manca l'ambigüitat pròpia del llenguatge verbal, que pot ometre les informacions que es desconeixen i deixar que la imaginació completi a conveniència les llacunes de la informació. No és cap coincidència que la representació, la formalització del coneixement, fos un dels principals cavalls de batalla de la *New Archaeology* en el seu intent per convertir l'Arqueologia en una disciplina científica i un dels centres del debat sobre els seus límits obert per les crítiques postmodernes a l'anterior escola anglosaxona.

Els articles de Fernández Ruiz ens ajuden a comprendre d'on prové la concepció del VH i el fet que representin monuments arquitectònics molts sencers o s' "inventin" els destruïts sense cap recança: traslladen a l'Arqueologia el punt de vista artístic – arquitectònic, és a dir, una concepció actualista que entén els edificis com si fossin escultures (Champion, 2005b: 2), en detriment de les consideracions pròpiament arqueològiques, és a dir, de la concepció històrica: per exemple, tot i que hi ha una tasca de documentació darrera d'una determinada reconstrucció, no es reflecteixen visualment els diversos graus de coneixement, sinó que es posen imatges definitives, tancades, opaques, en lloc de proposar solucions alternatives o reflectir què és hipotètic i amb quin percentatge de fiabilitat quan, precisament, no és impossible des del punt de vista tècnic. La demostració es troba en dos projectes, un més aviat pensat per al públic general i un de més científic. El primer projecte, presentat al VAST 2005 (8-11 de novembre de 2005) per T. Zuk, S. Carpendale i W. D. Glanzman, tenia com a objectiu provar diferents maneres més o menys fotorrealistes de presentar visualment la incertesa temporal (Zuk, Carpendale *et al.*, 2005). Aquesta expressió es refereix al temps d'ús d'un artefacte o un monument, per als quals sovint no es compta amb informacions precises sobre l'inici i el final del seu funcionament. Per tal de mostrar aquesta incertesa de les dades, es van provar diferents efectes visuals, com ara l'enfosquiment o aclariment dels colors, el sorgiment o enfonsament de l'element al terra, el grau de transparència, mostrar l'estructura interna, etc. El problema que expressaven els autors és que aquestes no són solucions gaire realistes i, per tant, no convencen gaire els/les visitants dels museus, que volen tenir la impressió d'haver estat transportats en el temps. Per això proposaven l'ús d'efectes més versemblants, com ara la boira o la pluja, però aquests només serveixen per tota una escena. Deixant de banda el fet que caldria comprovar l'efecte real de cadascuna de les solucions proposades, cal tenir en compte que existeixen altres tipus d'incertesa, com ara la formal, l'espacial o la documental.

Aquestes són les que pretenien integrar Sorin Hermon, Franco Niccolucci i Andrea d'Andrea, del VAST-Lab de la Universitat de Florència, en un projecte que té com a objectiu l'establiment d'uns estàndards de transparència en l'ús científic de la RV (Hermon, Niccolucci *et al.*, 2005). Aquests autors parteixen emprant la RV per a la visualització –concretament d'una torre medieval– i consideren que les dades purament visuals no són suficients, sinó que cal afegir-hi “metadata” tant de tipus quantitatiu com qualitatiu. El primer tipus correspondria a la indicació estadística del grau de certesa o confiança en la reconstrucció, mesurat –a través de la *fuzzy logic*– a partir d'un consens entre especialistes sobre el valor del coneixement disponible, que es pot mostrar visualment a través de valors de transparència o efectes similars; el segon tipus correspondria a les fonts a partir de les quals s'ha realitzat la reconstrucció, que es poden situar en una base de dades accessible a partir de vincles sobre les parts apropiades de la imatge. Aquesta és una proposta que va més enllà de l'ús de la tecnologia perquè, en reflexionar sobre com mesurar la certesa, estem posant sobre la taula el debat epistemològic més bàsic de la disciplina: com construïm el coneixement “vàlid” sobre el passat, és a dir, la pròpia essència de l'Arqueologia.

Perquè, tornant a la concepció arquitectònica del Patrimoni, la qüestió és si l'objectiu de l'Arqueologia consisteix en descriure amb el màxim de precisió el registre arqueològic. El desenvolupament de les reconstruccions virtuals des d'altres disciplines ha tornat a ressuscitar –si és que mai havia mort del tot– i reforçar la vella confusió entre els mitjans i la finalitat que corresponen, respectivament, al registre arqueològic i les societats del passat o, si volem filar més prim, les del present. Descriu artefactes o expliquem societats? En qualsevol dels dos casos la RV presenta avantatges respecte dels mètodes de representació tradicionals perquè trenca la fixació, la immobilitat, del punt de vista; però només en el segon s'aprofita al màxim el seu potencial. Segons José Antonio Fernández Ruiz i Miguel González Garrido (Fernández Ruiz i González Garrido, 2002),

“La RV se refiere a la posibilidad de observar un modelo digital de ordenador con visualización estereoscópica dinámica e interactiva, con obtención de pares de imágenes ligadas al movimiento de un señalizador acompañadas de otras de emulación de estimulaciones sensoriales; todo ello acompañado de la pérdida de percepción de nuestro entorno real y su cambio por el entorno del ordenador.”

La RV es presenta segons els criteris definits per Myron Krueger, com a reconstrucció computacional, immersiva i interactiva, però aquesta interactivitat està agafada en el sentit (arquitectònic) de navegació a través de l'espai. Naturalment, això també és científic perquè facilita l'aproximació a l'espai des de diferents punts de vista, però es tracta d'un tipus d'objectiu que no té res a veure amb l'Arqueologia... excepte potser en la seva concepció més romàntica¹⁶³ perquè la reconstrucció d'un estat original es contradiu amb la noció de dinàmica històrica –la Història no està formada per fotografies fixes juxtaposades sinó per processos de transformació permanents i complexos– i va molt més enllà del que les dades acostumen a permetre. Per tant, la concepció actual de la RV és més adequada pels objectius de l'Arquitectura –il·lustrar correctament l'evolució històrica i cultural de l'edifici (Fernández Ruiz i González Garrido, 2002)– que no pas per a l'Arqueologia –sempre que s'entengui de manera

¹⁶³ Tots els nens i nenes somnien amb civilitzacions perdudes i màquines del temps: a la majoria els passa a mesura que creixen; als qui no, es dediquen a l'Arqueologia.

diferent a les concepcions anteriors a la *New Archaeology*– perquè és una fita que mai no podrà assolir. Escriuen Lucía Gómez Robles i José Antonio Fernández Ruiz, en relació amb la recent reconstrucció del centre històric de Granada (Gómez Robles i Fernández Ruiz, 2003):

“This model also makes a cultural contribution with a much more truthful morphology than that which the romantic and nostalgic descriptions and fantasies provided.”

Això és vàlid per l'Arquitectura, ja que les reconstruccions virtuals, si estan ben fetes, posseeixen una base mètrica a escala de gran utilitat a l'hora de realitzar càlculs d'aplicació tècnica. Ja fa temps que l'Arquitectura és molt conscient de les capacitats de les computadores i per això totes les Escoles Tècniques ensenyen CAD. Si només es tractés de geometria, la reflexió es podria aplicar a la part de l'Arqueologia que s'ocupa dels monuments arquitectònics, però les reconstruccions van més enllà dels polígons, posseeixen textures, persones i altres detalls que els confereixen realisme per augmentar la sensació de trobar-se realment allí (Gutiérrez, Serón *et al.*, 2004: 72). I aquí és on entra en conflicte o bé amb els objectius de l'Arqueologia o bé, en tot cas, amb les seves possibilitats reals. Per aquest motiu cal modificar la finalitat de les reconstruccions virtuals i, encara en alguns casos, de la pròpia disciplina, eliminant les velles concepcions superades o no permetent que novament se n'imposin d'alienes, en aquest cas, provinents de l'Arquitectura.

La navegació només és dinamisme i no permet desplegar tota la capacitat de la RV, que es basa en la interactivitat. La possibilitat de modificar qualitativament el model en temps real com a resultat d'una acció de l'usuari/ària obre el camp de l'experimentació. Si el model simula les característiques físiques i formals d'una part del món, podem manipular-lo per extreure conclusions o validar hipòtesis sobre alguna qüestió que tingui a veure amb (el temps i) l'espai. Naturalment, això ens limita al primer nivell inferencial i podria aixecar el vell debat de la teoria de rang mitjà. Però només en una primera impressió. La RV no es planteja si es pot o no elaborar una teoria general que relacioni els comportaments humans amb la materialitat, només ofereix una eina de plantejament i verificació d'hipòtesis al nivell més bàsic. I això es deriva únicament del fet que, per les seves característiques, les reconstruccions virtuals només tracten amb la geometria i el color i, per tant, estan forçosament circumscrites a aquella part del procés de recerca que s'ocupa d'aquests mateixos objectes. Això no obsta perquè el debat es pugui aixecar a posteriori, però no depèn de la RV sinó que es tracta d'una discussió anterior a ella sobre l'abast metodològic i epistemològic de l'Arqueologia en comparació amb les Ciències experimentals. Aquesta és la concepció que defensen Maurizio Forte i Joan Anton Barceló i que veurem al següent apartat.

L'article de Diego Gutiérrez *et al.* es pot agafar com a l'exemple més recent i paradigmàtic de la situació actual de la RV: d'una banda hi ha alguns arqueòlegs construint la teoria de la RV, però les seves publicacions no transcendeixen un marc acadèmic molt restringit; de l'altra, hi ha especialistes en altres disciplines que posseeixen els coneixements tècnics sobre modelització i realitzen les reconstruccions segons concepcions tradicionals i sense cap mena de reflexió crítica fora de les suscidades per les qüestions purament tècniques. Per mostrar que les reflexions d'aquesta mena s'alimenten elles mateixes, tenim el cas del realisme visual. Quan semblava que estava esgotat, ha trobat una nova via de desenvolupament: fer que les

imatges no es vegin tan sintètiques. Això s'aconsegueix posant-hi imperfeccions i introduint-hi persones perquè es vegi poblat. En aquest sentit, són significatius alguns dels comentaris del *Grupo de Informática Avanzada* de la Universitat de Saragossa (Gutiérrez, Serón *et al.*, 2004: 64, 68):

“... is far more difficult to create imperfections with a computer than perfect worlds, so this goal implied additional work at every step.”

“An important premise of the project was to make the suburb look populated and worn and avoid the sometimes extra-clean, brand-new look offered by computer graphics.”

“As mentioned above, we wanted to avoid the dead-city look that usually casts a shroud of gloom over computer-generated reconstructions. Since the doors had to be closed and windows had to be small enough not to peek inside (all due to the X-century Muslim culture), the only viable solution was to populate the suburb. Including humans in the synthetic world is essential to create the illusion of presence.”

L'objectiu actual de la majoria de dissenyadors gràfics és obtenir el major realisme amb el menor pes i feina possibles. Aquest interès es va centrar inicialment en l'aspecte dels edificis –posant-hi textures fotogràfiques, en lloc de colors proporcionats per la màquina–, després va passar a l'entorn –i es van crear complexos algorismes per simular el comportament de la llum i, fins i tot, dels reflexos sobre l'aigua–, i molt recentment s'ha desplaçat cap a un altre punt d'interès, la introducció de persones, primer estàtiques i solitàries, i ara multituds en què cada individu està dotat de moviment autònom i capacitat de decisió¹⁶⁴. És evident que cal un desenvolupament tecnològic de les reconstruccions i els i les especialistes en CAD són els més ben preparats per dur-lo a terme, però l'Arqueologia no pot inhibir-se en aquest procés perquè llavors el veritable objectiu arqueològic de les reconstruccions desapareix sota el simple exercici tecnològic¹⁶⁵. Només cal recordar que les persones s'hi introdueixen no pas perquè siguin el centre de les problemàtiques històriques sinó per augmentar una credibilitat proporcionada pel realisme visual (Gutiérrez, Serón *et al.*, 2004: 72) en comptes de per la correcció del mètode científic.

Naturalment, els enginyers, informàtics o arquitectes que han escrit les paraules anteriors no tenen la culpa d'aquesta situació, ja que ells manifesten les concepcions o problemàtiques pròpies del seu àmbit de recerca: com vàiem anteriorment, l'objectiu de la reconstrucció de la Granada històrica és restituir l'espacialitat original i no pas esbrinar com hi vivien les persones o el per què d'aquella solució urbanística. I això mateix es pot aplicar als diversos exemples produïts des de l'Arqueologia¹⁶⁶, en què, normalment, es trien jaciments arquitectònics ben conservats i es mostren imatges més o menys estàtiques que presenten una única solució reconstructiva amb l'objectiu que el públic no especialista compregui les restes arqueològiques (Aquilué, Bases *et al.*,

¹⁶⁴ Vegeu els projectes desenvolupats al MiraLab de Ginebra (www.miralab.ch) i al CVRLab de l'UCLA (www.cvrlab.org).

¹⁶⁵ Només cal donar un cop d'ull a la bibliografia de l'article esmentat: no hi ha ni una sola referència de tipus arqueològic, sinó que tot són articles tècnics. És cert que es tracta d'un article d'aquest mateix estil, però tot això em sembla inconcebible en el marc d'una revista que es diu “*Journal of Cultural Heritage*”.

¹⁶⁶ Només cito aquí alguns dels més recents duts a terme a la Península Ibèrica.

2002; Fernández Ochoa i García Díaz, 2002; Fuldain, 2002; Ortiz i Castillo, 2002). En alguns casos, s'hi afegirà una certa interactivitat, però relacionada amb la hipertextualitat d'un entorn multimèdia, en què la reconstrucció serveix alhora per il·lustrar i organitzar les explicacions verbals (Lledó, Gutiérrez *et al.*, 2002; Sancho, Vinyoles *et al.*, 2002).

La concepció exposada en aquest apartat és qui ha donat lloc al *VH*, un conjunt d'imatges de gran realisme i poca o nul·la capacitat interactiva. El *VH* sorgeix, en el marc de les TIC, com a manifestació d'una tradició historiogràfica que ja entenia la Història o l'Arqueologia com una fotografia i que ha adoptat –perquè coincideixen amb els seus postulats bàsics– la concepció artística - arquitectònica provinent de les persones acostumades a treballar amb programes de *CAD*. Des d'aquest punt de vista, la *RV* no és més que un *CAD* evolucionat, una nova solució més barata i flexible que les maquetes de gran precisió i bellesa visual que eren capaços de realitzar els bons arquitectes des del Renaixement (Maldonado, 1994: 145) i que encara fins fa poc eren exigides als i les estudiants de les Escoles d'Arquitectura. Mentre que les maquetes esmentades proporcionaven una visió sobre un resultat futur, el *VH* fa exactament el mateix però projectat cap el passat, amb els problemes que això comporta i que ja he comentat.

L'anàlisi detallada del binomi ens mostra que és “*virtual*” perquè està generat digitalment i no posseeix entitat física i que és “*heritage*” perquè està associat amb el Patrimoni cultural arquitectònic i arqueològic més rellevant del qual se sent hereu i transmissor perquè considera que, davant el perill de destrucció de les restes passades i atès el nostre deure com a transmissors i transmissores d'una herència de la humanitat, cal posar les capacitats de les imatges numèriques al servei de la seva preservació. El *VH* combina la concepció de Patrimoni difosa per la UNESCO amb les noves tendències de consum cultural generades per les TIC en el seu vessant comercial, per instrumentalitzar la *RV* i convertir-la en una creadora de rèpliques virtuals definitives destinades a complementar o substituir la visita dels grans tresors de la Humanitat (Pujol, 2002a: 103; 2004).

II.5.3.2.3. Reflexions des de l'Arqueologia propera al processualisme

II.5.3.2.3.1. Introducció

Les persones que treballen en qualsevol branca acadèmica del coneixement consideren d'una manera més o menys explícita que la finalitat de la seva tasca és produir coneixement vàlid, l'aplicació del qual contribueixi al desenvolupament positiu de l'espècie humana. En el cas concret de l'Arqueologia, a partir dels anys 60 es va generar un debat sobre el significat exacte de la noció de “*validesa*”, que ha portat una discussió sobre qüestions molt més generals, com ara l'estatus epistemològic de l'Arqueologia. I és que la *New Archaeology*, en reacció a les tradicions històrico - culturals anteriors, basades en la subjectivitat i el prestigi de l'investigador/a, van proposar un model de coneixement universal, objectiu i verificable i, per assolir aquesta fita, es van proposar de construir un corpus teòric i metodològic similar al de les Ciències experimentals. Tot i que després es va demostrar que molts dels seus objectius eren inassolibles perquè l'Arqueologia no es podia assimilar completament a les Ciències Naturals –com tampoc a les Socials–, moltes de les seves aportacions en

relació amb la teoria de rang mitjà van servir per construir un nucli teòric - metodològic sòlid al voltant de l'adquisició i processament de dades, que avui dia forma part de les pràctiques habituals dels i les professionals de l'Arqueologia.

Més concretament, per tal d'aconseguir una disciplina científica, la *New Archaeology* va explorar i adaptar diversos mètodes quantitativs, entre els quals es trobaven els gràfics computacionals. En realitat, les primeres aplicacions van servir per il·lustrar monuments antics, en substitució dels tradicionals dibuixos acolorits, però el seu èxit mediàtic va permetre obtenir més diners per crear models més complexos destinats pròpiament a la recerca. De manera que la modelització de sòlids va passar de ser un recurs purament didàctic a convertir-se en una eina analítica (Reilly, 1992: 156). Precisament, des del punt de vista metodològic, el desenvolupament d'aquestes tècniques va estimular l'aparició de noves línies de recerca sobre la manera com les relacions socials i polítiques es reflecteixen en l'ús de l'espai. En opinió de Reilly (Reilly, 1992: 149), l'ús de simulacions en tres dimensions podia ajudar al desenvolupament de noves eines analítiques i de recollida de dades per comprendre millor les formacions arqueològiques i evidenciar la relació entre les interpretacions i el registre arqueològic. La introducció de majors quantitats de detalls –plànols, perspectives, fotografies– ajudarien a establir aquestes comparacions (Reilly, 1992: 159).

Des de llavors, la tecnologia electrònica ha evolucionat exponencialment i qualsevol ordinador, fins i tot els domèstics, poden generar models tridimensionals interactius destinats tant a finalitats científiques com lúdiques. En l'apartat dedicat a la RV com a eina de "Visualització científica" ja hem vist que, actualment, la Física, l'Enginyeria, la Medicina, la Genètica, la Química o la Biologia molecular se serveixen d'aquestes simulacions com a eina d'experimentació i visualització de dades complexes de tipus espacial - volumètric. També he explicat quins n'eren els fonaments epistemològics: l'objectiu de la RV és millorar l'experiència de la realitat física (Jacobson, 1994: 4) partint del seu ús com a forma de representació del coneixement dotada d'unes característiques molt peculiars i és que presenta un grau d'abstracció molt baix i, per consegüent, permet treballar amb ella gairebé com si s'estigués manipulant directament la realitat.

Aquesta mateixa concepció ha estat adoptada per l'Arqueologia de tradició empirista i, per aquest motiu, les seves aplicacions de RV es concentren sobretot en les primeres fases del procés de recerca i deixen la difusió com una conseqüència secundària de la recerca. Les funcions d'experimentació i visualització aplicades per les altres disciplines es poden integrar a l'Arqueologia sota dos noms més apropiats: la reconstrucció i la reproducció (Viti, 2004). La reconstrucció representa l'àmbit inferencial: aquí, el model virtual serveix per verificar hipòtesis relacionades amb solucions arquitectòniques, reconstrucció d'objectes fragmentats, transformació al llarg del temps, etc. En la reproducció, en canvi, es mostra exactament el que es veu i, per tant, el model virtual serveix com a eina tafonòmica, per entendre les relacions estratigràfiques, els fenòmens post - deposicionals, etc. És una eina flexible de visualització del jaciment arqueològic i l'entorn que ajuda en l'excavació i, alhora, com que simula el context original, permet protegir-lo (Pujol, 2002a: 106).

La meua opinió és que, en qualsevol de les dues accepcions, només aquesta concepció de la RV com a model està lliure de problemes epistemològics perquè parteix

d'una concepció més experimental o científica de la disciplina. Un exemple demostratiu seria el cas de Lidunn Mosaker que, en la seva reflexió general sobre la RV, manifesta clarament la seva consciència que les interpretacions del passat són pures construccions culturals i que quan comuniquem aquest coneixement disposem de diferents formes de representació més o menys adequades (Mosaker, 2001: 2), però, en canvi, les reconstruccions virtuals fracassen a l'hora de mostrar la vida al passat perquè només mostren arquitectura i no pas persones i activitats (Mosaker, 2001: 3-4). Tot i que comparteixo aquesta crítica, l'autora ha de tenir present que, malgrat tenir en compte les dues afirmacions precedents, seguiran fracassant perquè les Ciències Històriques mai no podran proporcionar el nivell de detall que exigeixen les reconstruccions virtuals i perquè, deixant de banda que l'estat actual de la tecnologia no permet mostrar narratives dinàmiques, aquesta funció desaprofita el potencial real de la interactivitat característica de la RV. És a dir, que ni l'Arqueologia pot tenir com a objectiu descriure (visualment) el passat ni la RV pot tenir com a objectiu la presentació de narratives (històriques) perquè cap de les dues no està preparada per fer-ho. Lidunn Mosaker pregunta (Mosaker, 2001: 4):

“Does a ghost town give a more realistic impression than its ruins?”

La resposta és que depèn de l'objectiu. Malgrat que tots els esforços actuals es dediquen a la creació de persones i masses humanes dotades de moviment autònom, ara com ara la RV no és capaç de mostrar la dinàmica del passat. Tenint en compte que, en qualsevol cas, es tractarà d'una interpretació, és molt menys costós realitzar un audiovisual o una representació teatral. I si a això hi afegim que la base pictòrica i científica de la RV –i, més fonamentalment, dels ordinadors– la fa adequada per la representació espacial, trobarem que el millor que pot fer la RV és, precisament, allò que ja feia fins ara: la representació arquitectònica. Malauradament, això desaprofita l'altra gran part del seu potencial, la interactivitat i, per això, cal associar aquesta representació de l'espacialitat a la funció de model. Vegem ara quina és la base teòrica que permet desenvolupar la idea de RV com a model.

II.5.3.2.3.2. La RV com a model per la reproducció i la reconstrucció

Introducció

L'ús de la RV com a eina reproductiva i reconstructiva parteix de la premissa que es tracta d'una representació del coneixement arqueològic. En un sentit general, les representacions permeten interpretar un fragment de la realitat, organitzar un conjunt de dades, plantejar preguntes, predir els resultats d'una acció concreta i generar nou coneixement (Fischler i Firschein, 1987: 67). Totes aquestes funcions les pot realitzar la RV però, perquè sigui vàlida, ha d'acomplir un seguit de requisits: ha de facilitar la descripció de la realitat, ha de ser raonablement generalitzable; ha de ser estable, ha d'identificar la informació redundant, ha d'actuar segons unes regles més senzilles que la realitat i ha de contenir la informació important per la resolució d'un problema (Fischler i Firschein, 1987: 70-71). És així? De seguida ho descobrirem.

Reproducció o visualització científica

La reproducció o visualització científica és l'aspecte que més s'ha desenvolupat i veurem a continuació, juntament amb alguns exemples representatius, l'aportació teòrica de diversos autors i autores. Entre ells i elles s'ha de destacar Joan Anton Barceló, de la Universitat Autònoma de Barcelona que, a través de diversos articles sobre aquesta qüestió ha començat a construir una concepció visual - matemàtica de la RV.

La reflexió de Joan Anton Barceló parteix de dues idees bàsiques: una òptica i l'altra epistemològica. En primer lloc, les persones "funcionem" fent models virtuals de la realitat, és a dir, imatges dotades de significat que es formen al nostre cervell a partir de la interpretació dels estímuls de llum (Barceló, 2002b: 21). Quan no podem veure la totalitat d'una entitat, el nostre cervell completa els buits amb informació anterior que no procedeix de les dades (Barceló, 2002b: 22). La RV fa això mateix, amb l'avantatge que les computadores poden completar, és a dir, hipotetitzar sobre les dades que falten de manera sistemàtica. Un model virtual és, doncs, una interpretació de la realitat segons una teoria concreta sobre aquesta per completar el coneixement que no tenim. I aquest és un procés anàleg al de l'explicació científica. La segona idea fa referència a la problemàtica específica de l'Arqueologia. En tant que disciplina històrica, té com a objecte d'estudi el passat, però això comporta un inconvenient: com que no es poden percebre les causes ni els efectes d'allò que no és en el present, la disciplina haurà de realitzar inferències indirectes i treballar amb interpretacions incompletes de la realitat. Així doncs, els models virtuals posseeixen una gran utilitat per a l'Arqueologia, atès que incideixen en una qüestió epistemològica transcendental.

Per altra banda, tot model virtual és essencialment geomètric. Aquest és un altre punt de contacte amb l'Arqueologia (Barceló, 2002b: 22):

"The key aspect of a geometric shape model is its "spatial" nature, and it should be considered as a visual representation reflecting a spatial decomposition of reality in geometric units".

Per tant, un model està format per unitats geomètriques i propietats retinals que, més que cercar un realisme estètic, tenen com a objectiu la comprensió de les relacions espacials i les propietats abstractes. Com més variables es tinguin en compte, més complet serà el model i, fins i tot, es podran relacionar diferents models tridimensionals per entendre el funcionament global d'un sistema (Barceló, 2002b: 22). Això és totalment comparable a l'Arqueologia, que té el registre arqueològic com a font de dades primàries i, per tant, en les primeres fases del procés de recerca, analitza les relacions espacials entre unitats geomètriques i propietats específiques per tal d'interpretar la totalitat del registre i, indirectament, extreure conclusions sobre les activitats humanes que l'han originat. Aquesta darrera afirmació ens porta a la noció de causalitat, que tractaré més endavant.

Les publicacions de Barceló volen constituir un primer pas –gràcies a l'ús de la I. A. – per superar la concepció de la RV com a recreació artística del passat i dotar-la d'una utilitat científica que aprofiti plenament les seves capacitats. Això no significa poder dur a terme reconstruccions objectives sinó afegir les dades hipotètiques de manera

sistemàtica –en altres paraules, conforme a una teoria general prèvia– amb l’objectiu de comprovar-ne la validesa. En funció d’aquesta teoria tindrem dos tipus de model:

- Qualitatiu: el coneixement extern s’integra a través d’un Sistema Expert, que no és res més que una base de coneixements relacionables a través d’un sistema de regles a partir del qual es poden establir raonaments. Dos avantatges dels S.E., especialment útils per l’Arqueologia, són, d’una banda, que poden treballar amb la incertesa i, de l’altra, que tenen un component classificatori inherent.
- Quantitatiu: l’esquelet del model també és un conjunt de punts però en aquest cas es completa a través de models matemàtics d’interpolació. Una de les formes d’interpolació és a través de xarxes neuronals, que són molt útils, quan es donen les condicions necessàries, per generalitzar el model i situar la informació que falta.

L’*ARCHAVE System* ofereix un exemple de la funció “reproductiva” de la RV, sense arribar a la proposta tan “matemàtica” de Barceló. En opinió d’Eileen Vote (Vote, Acevedo *et al.*, 2002: 83),

“Virtual Reality is an excellent medium for representing archaeological findings and allowing users to examine the available evidence in an environment that simulates site variables. To avoid misinterpretation, we need to establish a visual rhetoric in our virtual models that is similar to that used on sites where reconsolidation or reconstruction has occurred.”

El sistema proporciona una interacció tridimensional amb les dades (amb l’objectiu de discernir patrons) que seria impossible d’una altra manera. Atès que un jaciment arqueològic és una entitat espacial tridimensional, cal tenir una eina que permeti treballar-hi tot mantenint les seves característiques. Efectuar anàlisis repetides –per exemple, estadístiques– en el jaciment real és impossible i per això és molt convenient construir-ne una simulació a la qual es puguin fer totes les preguntes necessàries.

L’*ARCHAVE* no és l’únic sistema immersiu que permet visualitzar dades complexes; també existeix el Teatre Virtual (Guidazzoli, 2002), més apte per reconstruir entorns oberts –com ara el paisatge o plànols urbans– perquè està format per una gran pantalla panoràmica corbada que reproduïx la sensació de profunditat. Aquesta tecnologia parteix d’una concepció evolucionada de la immersivitat, que deixa definitivament enrera la idea original de la RV com a rèplica de la realitat. Ara (Guidazzoli, 2002: 89),

“A Virtual Theatre is a new medium that opens up new prospects and a new way of interpreting even already known aspects, making once more real the most authentic sense of the word “theatre”, that ancient Greeks meant as the space of observation finalized to comprehension.”

Aquesta nova concepció és possible perquè es fonamenta també en les capacitats inherents a la RV, ja que

“... vision is more than a perception, it’s insight, so the processing and the immersive visualization of complex data allow to multiply the available information making them comprehensible with greater immediacy”.

Segons Antonella Guidazzoli (Guidazzoli, 2002: 89), la possibilitat de visualitzar els escenaris a escala 1:1 en una pantalla de tipus panoràmic però dotada d'una gran profunditat és de gran utilitat en l'àmbit de la recerca perquè contribueix a augmentar la intel·ligència col·lectiva. Tal afirmació és possible perquè es defineix aquest concepte com un intercanvi cultural i una re-construcció permanent dels llaços socials en funció de l'aprenentatge mutu i la sinergia de competències.

Els diversos projectes duts a terme al *Visual Information Technology Laboratory* del CINECA¹⁶⁷ (Itàlia) –per exemple, “Mummia”, “Pompeii”, “Nu.M.E”–, l'*Instituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali* del CNR¹⁶⁸ (Itàlia) –“Aksum”–, o al *Cultural Virtual Reality Laboratory* de l'UCLA¹⁶⁹ (EUA) –“Roman Forum”–, pretenen descobrir i impulsar els avantatges del Teatre Virtual de cara a possibles aplicacions científiques, culturals i educatives. La major part d'aquests projectes parteixen de l'associació entre una informació ordenada i la seva traducció en forma de model geomètric. L'objectiu final és crear una base de dades fiable, formada per models geomètrics¹⁷⁰ i informació, i prou flexible per ser utilitzada en un ampli espectre de productes multimèdia (Guidazzoli, 2002: 90).

En el cas de la Península Ibèrica, deixant de banda les recerques conduïdes actualment pel propi Departament de Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona, només conec un exemple d'ús científic de la RV: la vil·la romana d'Almenara a Adaja-Puras, Valladolid (Gillani, 2002). Aquest jaciment es caracteritza per la presència de mosaics de notable valor artístic i força extensos, la qual cosa va obligar a emprar la fotogrametria com a eina de documentació. Aquest sistema d'ortofotografia digital presenta avantatges respecte del calc manual i la RV, ja que és més precís i més barat en termes econòmics i de rendiment i també es pot emprar per la presentació al públic, perquè els sistemes de passarel·les sovint no permeten apreciar adequadament els mosaics del sòl (Gillani, 2002: 301-302). Per altra banda, les imatges es poden convertir en textures que completen la reconstrucció de les estances i la doten d'un gran realisme (Gillani, 2002: 306). Però la gran novetat d'aquest projecte és que la funció de les fotografies rectificades i la reconstrucció no es va acabar aquí sinó que va servir per contrastar una hipòtesi sobre la morfologia arquitectònica i la funció de l'estança (Gillani, 2002: 306):

“La utilidad de una reconstrucción tridimensional preliminar de las estancias excavadas es muy útil en la fase de interpretación de la funcionalidad y circulación de la antigua villa romana [...]. Puesto que el modelo está elaborado en digital, existe la posibilidad de manejarlo como se quiera para obtener infinitas vistas axonométricas e imprimirlas donde sea oportuno. [...] el objetivo es hacerse una primera idea de los espacios que vertebran el edificio. [...] Sin embargo, lo que más nos interesaba era comprobar algunas hipótesis de trabajo sobre la función de la estancia a partir de una simulación reconstructiva.”

¹⁶⁷ Vegeu la pàgina <http://www.cineca.it/HPSystems/Vis.I.T/VirtualTheatre/demo/cult/index.html> .

¹⁶⁸ Vegeu la pàgina http://www.mlib.cnr.it/istituti/itabc/f_tutto.htm .

¹⁶⁹ Vegeu la pàgina <http://www.cvrlab.org/projects/projects.html> .

¹⁷⁰ L'autora parla de models geomètrics però, en realitat, no entén la geometria com a base matemàtica per analitzar relacions espacials sinó com a esquelet d'estructures renderitzades. Això concorda amb una referència a la “reconstrucció d'objectes d'importància cultural”. La reconstrucció de ruïnes no és ben bé el que jo entendria com a manipulació de dades complexes.

La forma octogonal de l'estança, la qualitat del mosaic i l'orientació diferencial del motiu central respecte del altres presents a la vil·la van ser el punt de partida per consolidar –més que no pas comprovar– una hipòtesi funcional: es podria tractar d'un triclini, és a dir, la sala de recepcions i banquets en què la disposició dels seients respecte de les parets i de les obertures avui desaparegudes però de les quals es conservaven evidències indirectes permetria que el personatge més important gaudís de la vista del motiu decoratiu –orientat cap a ell– emmarcat per les columnes del pati i els arbres i plantes del jardí, visibles a través de les portes obertes a l'extrem oposat de la sala (Gillani, 2002: 307).

Així doncs, les crítiques adreçades en aquest treball al fotorrealisme no pretenen propugnar la idea que es tracta d'un element inútil o, fins i tot, contraproduent, sinó que es tracta d'emprar-lo adequadament i això només és possible quan es considera un mitjà en comptes d'una finalitat. El realisme pot ser útil per a la recerca sobre el Patrimoni en dos sentits. El primer és el de la creació de facsímils –o substituïts analògics, segons la terminologia emprada anteriorment– per tal de permetre la visualització o manipulació d'objectes de gran valor o en un estat de conservació precari i preservar-los per al futur o guardar-ne una memòria el més fidel possible en cas de desaparició. Això fa que el realisme sigui essencial, tal com demostren els diferents projectes duts a terme per Adam Lowe (Lowe, 2005), de l'empresa Factum Arte, a Madrid. El segon, estretament relacionat amb aquest, és que si és acurat, també serveix per a la recerca. I, des d'aquest punt de vista, entronca amb la tradició occidental de la il·lustració científica, per a la qual Hermann Schlegel (1804-1884) va establir un seguit de regles (Bakker, 2005: 629) que justificaven la funció del realisme i establien com s'havia de realitzar perquè permetés una recerca vàlida. La RV les pot acomplir totes i amb això es demostra que la RV entronca principalment amb la tradició pictòrica occidental, per tres motius: el primer, les característiques formals de la composició; el segon, la concepció subjacent de l'Arqueologia; i el tercer, el fet de poder ser considerada també –si no hi ha interactivitat– com a il·lustració científica, perquè aquesta és veritablement la seva funció. Així doncs, podem dir que la RV és científica per l'objectiu i pictòrica per la seva problemàtica bàsica de representació.

Reconstrucció o experimentació científica

En l'apartat anterior hem vist exemples d'aplicació en què el model serveix per visualitzar les dades, sovint des d'una perspectiva més qualitativa i intuïtiva que no pas quantitativa, com proposava al principi Joan Anton Barceló. Però la RV permet anar més enllà. Si fins ara m'he referit a una concepció descriptiva de model, que tracta només de com representar les dades d'una manera fiable, el següent pas –el veritable objectiu del model, segons Barceló (Barceló, 2002b: 27)– és que serveixi per explicar un fenomen real. Els seus escrits reflecteixen aquesta evolució des d'una concepció reproductiva cap a una concepció experimental, basada en l'estadística i la I. A.

Si la RV compleix una finalitat d'explicació científica, això significa que obté o genera el coneixement a partir d'un seguit d'operacions cognitives que normalment es designen sota el terme "raonament". L'espècie humana pot realitzar diversos tipus de raonament i sovint s'ha establert una dicotomia entre el raonament lògic o probabilístic –considerat l'ideal– i el raonament dit "humà", basat en l'experiència quotidiana,

associat amb el sentit comú i considerat més imperfecte¹⁷¹ que l'anterior (Fischler i Firschein, 1987: 84). Per exemple, algunes de les regles de la lògica formal semblen evidents per moltes persones, però d'altres els plantegen dificultats, com ara les que contenen alguna premissa negativa o les que barregen premisses universals i premisses particulars. Una de les hipòtesis explicatives que s'ha proposat es basa en la idea que les persones raonen integrant seqüencialment les premisses i la conclusió en un model mental que, posteriorment, s'avalua per trobar-hi inconsistències. Si no n'hi n'ha, s'accepta l'argument com a vàlid i no s'utilitzen mètodes sistemàtics per trobar contraexemples, com sí que faria la lògica formal (Fischler i Firschein, 1987: 86). Les diferències entre el raonament "humà" i el probabilístic encara són més grans. I això és per tres raons bàsiques: en primer lloc, s'ignoren variables com ara les probabilitats anteriors, els efectes de la mida de la mostra, etc.; en segon lloc, s'espera que la mostra sigui representativa del total de la població, no només en el conjunt de la seqüència sinó també en cadascuna de les parts; finalment, les persones determinen la probabilitat d'un esdeveniment en funció de la facilitat amb què poden recordar les seves instàncies o ocurrències (Fischler i Firschein, 1987: 87). Això demostra que, comparat tant amb un tipus de raonament com amb l'altre, l'humà es basa en el context, cosa que no passa en el lògic o probabilístic, en què les regles són externes i invariables sigui quina sigui la situació. Aquesta dependència del context és inherent al nostre raonament intuïtiu, fins el punt que realitzem millor aquelles tasques que estan relacionades amb la nostra experiència prèvia. No en va, aquest és una de les claus que s'invoca per a l'èxit tant en l'àmbit de l'educació formal com de la informal.

Hi ha tres grans categories de raonament:

- **Deductiu:** El coneixement nou prové d'una cadena inferencial i és vàlid perquè les seves baules ho són. El seu poder es basa en el fet que s'obté necessàriament coneixement vàlid perquè està implícit en unes premisses que també ho són. Aquest tipus de raonament només es pot emprar en el context d'un sistema formal en què els símbols es combinen i es transformen sota un conjunt fix de regles. Està associat amb la lògica i la probabilitat i no pot contenir contradiccions, ni mitges veritats, ni informacions qualitatives.
- **Inductiu:** El nou coneixement prové d'una generalització o abstracció que descriu o classifica un conjunt de dades (Fischler i Firschein, 1987: 88). Per exemple, crea una nova classe de dades a partir de les característiques d'uns pocs exemples concrets (Fischler i Firschein, 1987: 96). La diferència amb l'anterior és que en aquest cas hem de satisfer un conjunt de restriccions, més que no pas establir una asserció explícita (Fischler i Firschein, 1987: 89). Els problemes que es resolen inductivament ho fan, habitualment, mitjançant l'extrapolació i no permeten una contrastació definitiva sobre la seva validesa perquè les premisses el recolzen però no se'n pot derivar lògicament el resultat.
- **Analògic:** S'estableix una correspondència entre els elements i les operacions de dos sistemes diferents que permet entendre'n un transferint-li les propietats del que coneixem bé (Fischler i Firschein, 1987: 89). La principal dificultat d'aquest tipus de raonament és demostrar que es pot establir una correspondència vàlida

¹⁷¹ Curiosament, aquest punt de vista contrasta amb el dels estudis de percepció visual i llenguatge, que consideren el sistema biològic com a exemple a imitar i intenten que les màquines el reproduïxin: els ordinadors són millors computant grans quantitats de dades, però no posseeixen la creativitat humana.

entre els dos sistemes, perquè això demana que els coneguem i acabem d'afirmar que un dels dos és desconegut.

Vegem, de més general a més concret, quins són els tipus de raonament que estan presents en un sistema de RV. La RV es basa fonamentalment en el raonament analògic perquè reconstrueix un fragment de la realitat i simula el seu comportament. Els resultats obtinguts a l'ordinador es podran transferir a la realitat en virtut d'aquest sistema de regles equivalent. Per exemple, imaginem que volem comprovar si les taules de Menorca eren el pilar central d'una estructura arquitectònica o bé un element de culte. Reconstruirem un recinte de taula ben conservat i hi associarem un conjunt de regles que recullen les principals lleis físiques en relació amb la massa, la resistència dels materials, la seva disponibilitat, la degradació estructural amb el pas del temps, etc. Llavors verificarem dues hipòtesis: prescindint de l'evidència arqueològica, comprovarem si és físicament possible que es sostinguin unes lloses de pedra que vagin des de la taula fins a les pilastres laterals en un sistema radial i farem el mateix amb un sostre fet amb troncs i altres solucions constructives com ara el tovo. Si el programa diu que és impossible sostenir el pes de pedres tan llargues sense punts de recolzament intermedi hauré de descartar la primera hipòtesi. Un procés de raonament molt similar és el que van emprar Alan Chalmers i K. Debattista, de la Universitat de Bristol, per comprovar les diferents hipòtesis proposades sobre la cobertura dels temples megalítics de l'illa de Malta –que, per altra banda, se suposa que van donar lloc als menorquins. Els models estaven formats per una eina de visualització de les construccions i per un sistema de regles obtingudes a partir de les propietats físiques dels elements constructius, que qualsevol enginyer és capaç de calcular; d'aquesta manera, es podien reconstruir les hipòtesis proposades al llarg del s. XX per comprovar la seva estabilitat real (Chalmers i Debattista, 2005). La conclusió d'aquests autors va ser que potser no sabrem mai la resposta a l'enigma arquitectònic dels temples maltesos¹⁷² però, si més no, els models virtuals permeten descartar les hipòtesis errònies (Chalmers i Debattista, 2005: 111). En conclusió, la RV també fa servir el raonament deductiu dins una metodologia general de comprovació d'hipòtesis, el mètode hipotètic - deductiu, que tant inclou la deducció com la inducció. Per altra banda, la deducció es troba en el sistema de regles que determinen el comportament del món, ja que el resultat es dedueix lògicament de les premisses.

Malgrat això, el més habitual és el raonament inductiu, ja que permet una major flexibilitat i intuïció que l'anterior, més adequades per al funcionament de les Ciències Socials. A un nivell general, la veritat de les conclusions no es desprèn de la teoria anterior, sinó que depèn de la comprovació empírica: això és el que realitza la RV com a eina experimental i després s'extrapolen els resultats a la realitat o es generalitza per tots els casos que presentin unes característiques similars a aquell. Però, fins ara, les reconstruccions virtuals en Arqueologia han estat destinades a usos més intuïtius: en lloc de comprovar hipòtesis, s'ha fet servir per obtenir conclusions a partir de l'observació de diferents estats del model. Per exemple, per apreciar l'efecte visual - simbòlic del joc d'espais i llums en un temple egipci (Sundstedt, Gutiérrez *et al.*, 2005); o, integrant la mètrica, per generar models d'ocupació del territori al voltant d'un

¹⁷² Potser la solució es troba en les pròpies excavacions que, malauradament, van ser realitzades entre els s. XIX i primera meitat del XX i, per tant, amb una metodologia que avui es considera inadequada. Des d'aquest punt de vista, potser podríem aprofitar les característiques visuals de la reconstrucció i esbrinar com hauria de quedar el registre arqueològic si hi haguessin hagut estructures de sostre per comparar-les amb els resultats de les excavacions, en el cas que n'haguessin quedat descripcions escrites o dibuixades.

monument megalític en funció de l'impacte visual, la orografia i les vies fluvials (Ducke, 2003).

Durant la seva vida quotidiana, les persones combinen el mètode inductiu i l'analògic: és el que anomenem "sentit comú" i que invoquem tantes vegades com a font de coneixement absolut, malgrat que, en comparació amb els formals, no gaudeixi de cap credibilitat. Tanmateix, és més sistemàtic del que sembla i conté un seguit de regles o característiques essencials (Fischler i Firschein, 1987: 109-110). En primer lloc, les persones posseeixen una base de dades acumulativa, provinent de l'experiència, que conté descripcions elementals dels objectes i els fenòmens. La manipulació d'aquestes dades no es realitza a l'atzar sinó que aplica un raonament qualitatiu basat en unes variables senzilles però d'aplicació universal –"més petit", "no tan gran", "més proper", "molt pesat"...– i que presenta l'avantatge de tenir una gran flexibilitat i, per consegüent, de poder ser aplicat en situacions molt diverses. Finalment, es tracta d'un sistema subjectiu perquè, a l'hora de determinar quins elements intervindran en el raonament, es basa en la rellevància. Aquesta constatació proporciona un altre argument en favor de la RV perquè, precisament, els mètodes analògic i inductiu són els que més fa servir la RV. Això significa que el personal científic però sobretot el públic no expert se sentirà més còmode a l'hora de manipular i comprendre el funcionament de la RV des del punt de vista metodològic perquè s'adequa més a les seves estructures de raonament habituals. Aquesta és una qüestió que aprofundirem en la secció destinada a l'Aprenentatge.

En la concepció explicativa de model segons J. A. Barceló, tenim un món expressat geomètricament, amb les seves pròpies lleis de funcionament espacials i temporals, que posseeix la capacitat de ser manipulat per entendre els processos de transformació. Diu l'autor (Barceló, 2002b: 27):

*"A virtual world should then be a **model**, a set of concepts, laws, tested hypothesis and hypothesis waiting for testing. If in standard theories, concepts are expressed linguistically or mathematically, in virtual environments, theories are expressed computationally, by using images and rendering effects. Nothing should be wrong or "imaginary" in a virtual reconstruction, but should follow what we know, be dynamical, and be interactively modifiable. A virtual experience is then a way for studying a geometrical model – a scientific theory expressed with a geometric language – instead of studying empirical reality. As such it should be related with work on the empirical reality (excavation, laboratory analysis). As a result we can act virtually with inaccessible realities **through** their models."*

Segons es desprèn de la definició inicial de l'Arqueologia, plantejada al capítol "Epistemologia i funció de l'Arqueologia", el seu objectiu és l'explicació dels fenòmens humans actuals i això és possible a través del seguiment en el registre arqueològic dels processos de transformació causals al llarg del temps. En els models virtuals també cerquem una dependència entre les variables que, per altra banda, no estan restringides a les espacials (x, y, z) sinó que també poden contenir el factor temporal. La integració d'aquestes quatre variables és el que els fa tan adients per aconseguir els objectius de l'Arqueologia (Barceló, 2002b: 22):

*"What we are looking is whether what happens in one location (temporal or spatial) is the **cause** of what happens in neighbouring locations with the idea that*

if we can specify the degree of spatial regularity in a region of this decomposed space, we can reproduce the whole system.”

Això seria dins un sistema de causalitat lineal, però cada cop es demostra més, per exemple en l'àmbit de les Ciències Socials, que aquests són poc corrents i que els processos de la realitat responen a una dinàmica caòtica (McGlade, 1999). Per tant, no sempre és possible inferir la totalitat del sistema a partir d'una part. Els models geomètrics que interpreten la variabilitat del registre estan simplificant la realitat? Perquè, la formació del registre, obeeix a dinàmiques causals lineals? Si ens referim als processos històrics, no. Si ens referim a les cadenes operatives immediates, sí. Potser caldria distingir causalitat a dos nivells, amb dues dinàmiques diferents. Aquesta reflexió és important perquè determina la validesa epistemològica del model: si no podem inferir el tot a partir d'una part, no ens serveix, per exemple, en Arqueologia. Però tampoc no hem de perdre de vista que els models tal com els ha definit Barceló no són simulacions històriques “multiagent “ –aquí sí que entrariem en dinàmica no lineal– sinó models d'unes relacions espacials i la seva transformació al llarg del temps, per tant això sí pot ser lineal... En qualsevol cas, la diferència essencial de la RV respecte de les imatges estàtiques és el seu dinamisme: ens permeten generar, simular, les causes i analitzar els efectes que se'n deriven. Per això es pot afirmar que la seva capacitat d'interacció amb l'usuari/ària els converteix en models explicatius –en el sentit científic del terme– que, aplicats a l'Arqueologia, la doten, des de la perspectiva metodològica, d'una base científica.

Tot i que els exemples esmentats a l'apartat anterior també podrien acomplir una funció reconstructiva, l'únic projecte que se n'ocupa explícitament és el “*VisTA System*”, que ja he esmentat anteriorment, tant en aquest text com en treballs anteriors (Pujol, 2002a: 88). Malauradament, no he tingut notícies de la seva evolució des de la presentació a les CAA l'any 2000. El sistema permet simular en temps real a través de gràfics tridimensionals interactius el procés de transició d'un poblat antic. El “*VisTA System*” està dissenyat per acomplir tres objectius (Kadobayashi, 1999):

- Ajudar a plantejar i comprovar hipòtesis científiques sobre l'evolució dels poblats antics.
- Ajudar a presentar els resultats de la recerca amb facilitat.
- Proporcionar a la gent no experta una millor comprensió a través de la representació visual de dades complicades.

L'entorn virtual està format per cinc models superposats: topografia, planta dels edificis, edificis –els diferents nivells de detall corresponen a models independents que el sistema crida a mesura que l'usuari/a demana d'apropar-se a la casa–, acabats –textura en imatges 2D– i figures humanes. Per què és necessari un model virtual? Per la naturalesa i la quantitat de dades. Una persona no és capaç de manipular tantes dades i tan diverses, per tant, crea una màquina que ho fa per ella i així es pot ocupar realment del veritable procés científic. A més, permet continuar la recerca fins i tot quan el jaciment ha desaparegut, perquè és un model virtual de la realitat (Kadobayashi, 1999). El jaciment triat per comprovar el potencial del *VisTA System* va ser el poblat protohistòric d'*Otsuka* perquè presentava una estratigrafia complexa que abastava sis-cents anys, estava perfectament delimitat, la planta era ben coneguda, la informació

arqueològica era accessible i, finalment, en el moment històric escollit per realitzar la simulació, els antics poblats s'estaven transformant en ciutats (Kadobayashi, 1999). Una sessió amb el programa per comprovar hipòtesis començava amb la tria de la base de dades. Després s'especificaven els edificis i les característiques i s'iniciava la simulació de la transició. El sistema permetia modificar les dades si era necessari i tornar a engregar la simulació. Una altra possibilitat era caminar per dins el poblament en desenvolupament en un any especificat. Tot i que en aquesta fase del projecte la verificació de les hipòtesis encara era indirecta, estava previst incloure eines en el programa –càlcul, sistemes experts– que acomplissin aquesta funció (Kadobayashi, 2000).

Tots els exemples esmentats anteriorment pretenen portar la RV més enllà de la simple visualització d'imatges perquè poden oferir als investigadors i les investigadores un entorn on s'emmagatzema informació espacial, textual, física i química, etc. ordenada de manera anàloga a com nosaltres tractem o entenem el registre arqueològic. Aquests sistemes, que permeten als usuaris i usuàries investigar i manipular els artefactes i les dades del jaciment, dur a terme recerques analítiques o comprovar empíricament hipòtesis sobre variables espacials / temporals, també es poden convertir en una eina útil per als museus perquè, gràcies a la seva interactivitat, la gent pot aprendre què és l'Arqueologia, no pas per memorització racional sinó de manera pràctica, manipulant les mateixes dades i emprant la mateixa metodologia que les i els especialistes. Això mateix proposa Lidunn Mosaker però hi arriba des de la perspectiva de l'estètica hermenèutica: segons aquest àmbit de coneixement, una obra d'art no és un monòleg sinó un diàleg entre l'artista, l'obra i l'espectador/a, a través del qual l'obra és constantment re-interpretada i proporciona noves experiències (Mosaker, 2001: 6). Aplicat a la RV, especialment l'emprada a l'Arqueologia, això significa que la imatge no s'ha d'entendre com la simple visualització d'un objecte, sinó com una experiència més completa, en què les persones estableixen connexions i viuen realitats fenomenològiques que no podrien experimentar habitualment, i això és possible gràcies al potencial de la seva interactivitat (Mosaker, 2001: 8).

Tot i que estic d'acord amb aquesta necessitat d'aprofitar el potencial educatiu de la interactivitat, crec que és un error entendre-la des de la perspectiva estètica –o postmoderna– perquè es perpetuen algunes de les concepcions arqueològiques que impedeixen el desenvolupament científic i social de la disciplina. En aquest cas concret, el problema es troba en el fet que, com també fa Eric Champion en introduir el concepte de “presència cultural” (Champion, 2002; 2005a), l'autora noruega es refereix a una aprehensió més empàtica que racional i això no ho pot representar cap reconstrucció perquè, en primer lloc, no sap ben bé com era el passat ni pot representar aquests conceptes –només pot representar objectes i els sentiments els posa l'usuari o usuària– i, en segon lloc, aquest gaudi només s'obté, com en el cas dels museus decimonònics, si has estat educat o educada en aquest sentit –que també era, precisament, estètic. Per això crec que és millor adoptar la concepció de la RV com a model. Pot ser que això generi confusió en el públic però, al meu entendre, és més honest que presentar l'Arqueologia com un conjunt de certeses fragmentàries i tancades sobre el passat, o bé com a recreacions actuals de la vida passada que, a causa del realisme visual i l'impacte emocional, quedaran impreses en el públic com a veritats absolutes. I, a més, el “llenguatge” de les imatges i del Patrimoni pot i ha de formar part del bagatge cultural que les persones adquireixen a l'escola. Per aquest motiu, el nou pla d'estudis inclou els

coneixements de tipus històric i arqueològic com a instrument educatiu de primer ordre i molts instituts han dut a terme amb èxit experiències d'aquest tipus.

Conclusions

Les explicacions presentades en els dos apartats anteriors confirmen la utilitat de la RV com a forma de representació del coneixement arqueològic. Recordem els requisits de les representacions especificats a la introducció del present apartat i ens adonarem que els aconsegueix pràcticament tots. Les reconstruccions virtuals són models visuals interactius realitzats a partir d'una interpretació física i sensorial de la realitat. Com que són informacions visuals d'alt nivell icònic, permeten descriure la realitat de manera més senzilla que si empréssim llenguatges més abstractes. Per aquest motiu ajuden a fixar idees o conceptes que d'una altra manera restarien confusos o imprecisos (Roussou, 2002: 94; Stöllner, 2004). Per exemple, és el cas de l'Arqueologia subterrània, en què la planimetria tradicional és insuficient per representar un espai que no és uniforme ni lineal i d'aquesta manera, hom es pot fer una idea de la dimensió dels volums, l'ús de l'espai, etc. (Stöllner, 2004). Naturalment, la informació redundat serà fàcilment identificable perquè l'element principal de representació són els objectes. A més, com que el model ha estat construït expressament, no contindrà més que dades relacionades amb la problemàtica. Per altra banda, la RV facilita l'emmagatzematge d'aquestes dades però, en lloc d'estar disperses, s'organitzen en un model coherent que pren una forma visual (Pujol, 2002a: 54, 106). Precisament, el fet que les informacions estiguin codificades visualment i que existeixi un sistema de regles de funcionament del món simulat –un sistema molt més senzill que el que governa el real– permet que el raonament sigui estable i generalitzable i que es puguin predir els resultats d'una acció concreta.

Per tot això, les reconstruccions virtuals esdevenen objectes de coneixement en elles mateixes (Zhukovsky, 2000: 298): no només serveixen de models interpretatius de les dades arqueològiques sinó que expliciten la cadena inferencial i, gràcies a aquesta transparència, contribueixen al debat teòric entre els i les especialistes (Barceló, 2000; 2001; Forte, 2000: 242). En virtut de la seva relació analògica amb la realitat, els models suggereixen preguntes i verifiquen respostes i, per tant, contribueixen a generar coneixement. En conclusió, la RV reuneix la sintaxi i la semàntica de l'Arqueologia en una única entitat fàcilment emmagatzemable, revisable i transmissible (Pujol, 2002a: 106).

II.5.3.2.3.3. La RV com a llenguatge cognitiu

Introducció

L'altra gran aportació teòrica per fonamentar l'ús de la RV en Arqueologia prové de Maurizio Forte, director de *l'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali* de Roma. Les seves publicacions sobre aquesta qüestió, força nombroses, mostren una evolució que comença en les concepcions ecosistèmiques i acaba desenvolupant una teoria cognitiva completa i coherent que té conseqüències per a la comunicació i per a la divulgació. Aquest és, precisament, l'aspecte que desenvolupa en els seus articles més recents.

La RV com a ecosistema

En comparació amb Joan Anton Barceló, Maurizio Forte inicia la seva aproximació a la relació teòrica entre RV i Arqueologia en un àmbit específic –l'Arqueologia del paisatge– i amb una definició de la virtualitat sensiblement diferent. L'autor entén la virtualitat en sentit ampli; això significa que no és patrimoni exclusiu dels ordinadors sinó que qualsevol representació simbòlica és virtual. Diu Maurizio Forte (Forte, en premsa):

“The big mistake in the common sense is to consider the Virtual as an ontology-technology; that is the Virtual would communicate only through a technology; this is not true, the Virtual communicate through information, feedback, inter-relations, the Virtual is mainly an Ecosystem, and Environment, so its rules are the rules of a theory of the systems.”

Com que la definició de Forte conté una accepció cognitiva - comunicativa, parla de “cognició” o, en el vessant més cartogràfic, “representació”, mentre que Barceló adoptava una concepció més matemàtica i es referia a “model” i “visualització”. Aquesta diferència no obsta perquè es puguin establir punts d'unió entre la RV i l'Arqueologia. Per començar, la RV es distingeix de les altres aplicacions gràfiques pel fet que treballa en quatre dimensions –les tres espacials i la temporal– la qual cosa permet dos tipus d'ús: l'exploració de les informacions visuals i la interacció en temps real (Forte, 2004). Naturalment, són activitats molt convenientes per l'Arqueologia ja que aquesta disciplina també tracta, en primera instància, amb un objecte d'estudi que posseeix aquestes mateixes característiques (Forte, 2004). Per altra banda, existeix una llei universal de l'aspecte comunicacional dels fenòmens que afirma la importància del context. Bateson [(Bateson, 1972), citat a (Forte, 2002: 29)] afirma: “... *without context there is no communication*”. El paper del context és transcendental en la cerca de coneixement arqueològic perquè sense context no existeix interpretació de les dades. Tant és així, que es pot afirmar que és una de les disciplines científiques que més en depèn, i ho fa en tres nivells del procés de recerca:

- La interpretació de les dades.
- L'explicació sobre el passat (en el fons, estem parlant d'un doble context dels objectes, present i passat).
- La transmissió d'aquest coneixement en el context social, polític, econòmic i cultural actual (dimensió patrimonial de les restes arqueològiques).

La comunicació comporta una codificació. Segons Bateson [(Bateson, 1972), citat a (Forte, 2002: 30)]:

“...when there is thought or perception or communication of perception there is a transformation, a codification, between what is communicated and its communication.”

La comunicació, per tant, implica un segon nivell d'elaboració de les dades. El primer es produeix quan creem una imatge –interpretació– d'una entitat real; el segon, quan posem en funcionament un codi per transmetre la informació que, normalment, és diferent del primer. Pot ser el llenguatge natural –en versió fonètica o escrita– o bé el matemàtic o també un altre tipus de codi simbòlic, com ara els mapes¹⁷³. Un mapa és una forma de comunicació amb un sistema de codificació específic que organitza la informació sobre la variabilitat en un territori. És el principal instrument amb què treballen les disciplines relacionades amb la Geografia i, entre elles, el seu vessant històric, l'Arqueologia del paisatge. Aquest àmbit d'estudi té com a objectiu el descobriment dels patrons econòmics, socials i simbòlics que sorgeixen de les relacions entre les persones i el seu medi i els plasmen en mapa, és a dir, els interpreten i comuniquen en forma d'un llenguatge intel·ligible. Sense aquesta traducció, no és possible la interpretació. Vegem per què.

En els mapes també es produeix la diferenciació entre una entitat existent i la imatge (virtual) que formem d'ella. La nostra interpretació, dotada de significat, no és la realitat en si mateixa. La distinció semàntica entre mapa i territori és fonamental a nivell epistemològic i es justifica, com en el primer cas, pel fet que el primer és la conseqüència i el segon és la causa. Ambdues estan separades pel temps i, per tant, no es poden assimilar. I és, precisament, aquest fet el que els confereix el seu poder explicatiu. La nostra percepció no és la realitat, és una representació de la realitat, virtual, una metàfora (Forte, 2003). I com a tal metàfora, posseirà una estructura “gramatical”, amb les seves regles pròpies de funcionament, que permeten “operar”, és a dir, fer interpretacions i classificacions. Això s'aplica totalment a la RV, que no podria rebre un nom més adequat. Essent així, les recreacions que es fan amb els ordinadors també són una metàfora, basada en unes regles geomètriques, espacials, que nosaltres entenem i que, per tant, ens permeten estudiar la realitat, traduir-la a un codi (encara més) proper a nosaltres. Això converteix la RV el millor llenguatge per representar qualsevol context arqueològic, que és intrínsecament espacial: com a tipus de llenguatge específic, la RV reuneix la dimensió espacial i la comunicativa –amb les diferents nocions de context–, inherents a l'Arqueologia.

Dit en altres paraules, la RV és un mapa millorat perquè no només conté el component interpretatiu propi d'aquest sistema de representació espacial - geogràfica, sinó que redueix el seu nivell d'abstracció i representa la realitat d'una manera semblant a la nostra interacció quotidiana amb l'entorn: dinàmica i interconnectada en un espai tridimensional (Forte, 2004). Aquí és on intervé la teoria de sistemes i, com que es tracta d'una entitat tecnològica, es regirà per les regles de la cibernètica (Forte, 2004). Segons el pensament ecològic, un ésser viu es pot conceptualitzar com un sistema autopoiètic que interactua amb altres entitats com ell, dins un sistema global que és el medi natural en què es troben (Forte, 2003: 96-97; 2004; en premsa). La reproducció d'aquestes interaccions sistèmiques no ha estat possible fins que l'evolució de les computadores no ha permès de simular la complexitat de la realitat: Forte reprèn les teories sistèmiques dels anys 70 i els atorga una nova entitat a partir de les novetats sorgides de la cibercultura i reunides en una nova eina. Com que la RV també conté un conjunt d'informacions connectades i és interactiva, també es pot considerar un sistema organitzat (Forte, 2003: 97; 2004) o, jo més aviat diria, un “metasistema”, perquè en el

¹⁷³ No oblidem que tota la reflexió de Maurizio Forte arranca a l'Arqueologia del paisatge i, per tant, la introducció de la cartografia és doblement pertinent: pel marc teòric de l'autor i perquè estem intentant trobar una base teòrica per a l'Arqueologia.

fons la seva funció és reflectir la nostra aprehensió de les interaccions que es produeixen en el món real.

Això recorda el “model” de Barceló perquè ambdós es refereixen al mateix: una entitat que representa la realitat i que a través de la interacció proporciona un coneixement. Tanmateix, la diferència és que Barceló entén el model des d’un punt de vista estrictament científic, com una entitat independent de la realitat, més senzilla i abstracta, mentre que Forte hi afegeix una dimensió ecosistèmica i cognitiva que estableix un doble nexa entre el món virtual i el real: epistemològic, perquè simula les interaccions de la realitat; i ontològic perquè es tracta d’un sistema contingut dins un altre sistema –la realitat– amb el qual estableix lligams mitjançant interaccions (Forte, en premsa). Així doncs, la RV interactua amb la realitat per mostrar les seves pròpies interaccions. Però, és adequat referir-se a la RV com a sistema? Vegem quina és l’explicació de Forte al respecte (Forte, 2004). En l’aproximació sistèmica es distingeixen tres tipus d’entitats: el conjunt, el conjunt estructurat i el sistema. El primer es refereix a una simple col·lecció d’entitats diverses sense cap relació entre elles. En el segon cas, en canvi, aquests nexes d’unió sí que existeixen i donen lloc a una estructura relacional interna. Finalment, es considera un sistema quan les relacions d’un sistema estructura generen esdeveniments i informacions que no estaven implicades en els elements presents, és a dir, que el tot és superior a la suma de les parts. A més, es pot distingir entre sistemes tancats, que són autònoms, i sistemes oberts que, per mantenir-se, necessiten una intervenció externa. La RV comparteix les característiques que defineixen un sistema i es pot considerar obert o tancat en funció, respectivament, de la presència d’interacció o simplement de dinamisme.

Com es pot observar, hi ha molts punts de contacte entre les perspectives de Barceló i de Forte, tot i que aquest darrer, empès per les conseqüències de la seva concepció, va més enllà de l’àmbit de la recerca estricta. Sovint els dos autors s’estan referint al mateix però empen conceptes diferents perquè es mouen en àmbits diferents:

- Coincideixen en la idea de la imatge com a interpretació. Barceló parteix del funcionament de la percepció humana per proposar el concepte de model geomètric com a simulació dinàmica per completar la informació i entendre la causalitat. En el text de Forte, la premissa cognitiva dóna lloc a un discurs basat en la teoria de la comunicació: el mapa és la codificació intel·ligible de la realitat espacial.
- Entenen la RV com a llenguatge per traduir la realitat: geomètric, en el cas de Barceló; simbòlic, en el cas de Forte.
- Emfasitzen la dimensió espacial de la RV, coincidint amb la naturalesa de les dades primàries en Arqueologia. La diferència rau en la seva ubicació: Barceló es refereix a la variabilitat del registre arqueològic perquè es mou en un nivell microespacial i estadístic; Forte escriu des de la perspectiva de l’Arqueologia del paisatge i per tant presenta idees macroespacials de tipus més qualitatiu.
- Consideren que la RV posseeix un gran avantatge com a eina per construir coneixement arqueològic. Barceló ho manifesta des de la definició general d’Arqueologia; Forte, des de les necessitats específiques de l’Arqueologia del paisatge.

- Esmenten la utilitat d'unir la RV i la I. A. com a base per construir una eina analítiques de primer ordre. Barceló ho proposa davant les necessitats plantejades per la naturalesa de les dades arqueològiques; Forte hi arriba com a conseqüència de la concepció de la RV com a ecosistema cognitiu que ha de simular la realitat.

En relació amb la concepció epistemològica de l'Arqueologia, Barceló i Forte plantegen una reflexió vàlida per al primer nivell teòric però és perquè pretenen oferir solucions no pas globals sinó que permetin establir una base a partir de la qual anar pujant amunt en la cadena inferencial. A diferència d'autors i autores de concepció més postmoderna, aquests autors no creuen que hi hagi una cesura entre la descripció del registre i les inferències interpretatives construïdes a partir d'ell, sinó que cal explorar les noves possibilitats obertes per la RV per esbrinar si finalment és possible aquest encadenament des de les dades fins a l'explicació. La meua opinió és que la RV no té una aplicació explicativa de tipus històric o interpretatiu global com esperava al principi de la meua recerca: la RV és una representació de l'espai i el temps i, per tant, només es pot aplicar a l'emmagatzematge i gestió de les informacions provinents del registre arqueològic amb l'afegit que aquest mateix model serveix per la comprensió de la seva dimensió espàcio - temporal –verificació d'hipòtesis en relació amb reconstruccions, transformacions diacròniques, Arqueologia del paisatge, etc.

L'ús experimental en altres disciplines es basa en la possibilitat de controlar les variables i reproduir sistemàticament els experiments per tal de realitzar una generalització inductiva. En el cas de l'Arqueologia, la RV presenta una aplicació similar, tot i que cal posar l'èmfasi en alguns matisos molt importants, sobretot pel que fa a la qüestió de l'extrapolació. Anem per parts. La RV en Arqueologia serveix per comprovar si unes determinades accions socials (o postdeposicionals) produeixen un determinat registre arqueològic. Aquesta és una possibilitat que ja existia a través de l'Arqueologia experimental, però la virtualitat computacional hi aporta els avantatges de la flexibilitat, la possibilitat de reproduir l'experiment tantes vegades com es vulgui, la no dependència del temps –els processos es poden accelerar a conveniència–, amb la consegüent reducció de costos. Això implica que existeixin unes lleis que prediuen els resultats materials del comportament humà. Jo crec –com ja he exposat al capítol sobre les concepcions bàsiques de l'Arqueologia que regeixen el present treball– que en certa manera això és cert, però no es tracta de lleis universals, extrapolables a totes les societats, sinó que depenen de cada grup humà. Cada societat posseeix unes característiques econòmiques, socials, polítiques, culturals i psicològiques –les grans oblidades del positivisme– que determinen la seva producció i relació amb l'espai i la materialitat. La RV pot servir per generar i ajustar aquests models per construir una veritable teoria de rang mitjà però en un sentit més restringit que l'aplicat per la *New Archaeology*. Algunes crítiques adreçades a la RV en aquest sentit provenen d'un error de coneixement sobre les limitacions reals de la RV però, en qualsevol cas, suposant que no acceptéssim aquesta premissa arqueològica, sempre es podria aplicar als fenòmens postdeposicionals, perquè aquests sí que són universals. Per altra banda, la RV també és un element de comunicació i, per tant, serveix per transmetre les conclusions juntament amb les eines metodològiques que han servit per assolir-les –a través de diferents vies, que són les diverses solucions implementades als museus.

En tots dos casos, la reflexió teòrica supera el nivell descriptiu de les dades. Però, mentre que l'abast de Barceló es limita a esmentar el potencial explicatiu de la RV gràcies a la seva capacitat dinàmica –el “diàleg amb l'usuari/ària”–, Forte ha continuat més enllà i està desenvolupant una veritable teoria comunicativa de la RV i dels museus, derivada del marc general establert per la seva concepció cognitiva ecosistèmica. Ho veurem a l'apartat “La RV com a entorn cognitiu” perquè abans m'agradaria aprofundir una mica més en les implicacions de la primera part de la reflexió de Maurizio Forte.

Relació de la RV amb el GIS

És evident que les idees de Maurizio Forte sobre els mapes tenen molt a veure amb els darrers avanços en els sistemes d'informació geogràfica. Fins fa pocs anys, les representacions espacials en Arqueologia s'havien basat en la cartografia bidimensional. Però darrerament, aprofitant les capacitats dels ordinadors, s'havien creat *softwares* de gestió de dades geogràfiques coneguts sota el nom genèric de *GIS*. Quines semblances i quines diferències presenten respecte de la RV tal com la concep Maurizio Forte, atès que la seva concepció ecosistèmica l'ha associada estretament al paisatge?

L'Arqueologia del paisatge és un dels àmbits de la disciplina més desenvolupats en els darrers anys i té com a objectiu el coneixement de les relacions entre les societats humanes i el medi a partir de l'estudi de variables com ara els patrons d'assentament, l'explotació dels diversos recursos naturals, la distribució de les produccions humanes, etc. No hi ha dubte del paper fonamental que juga el factor geogràfic en aquest tipus de problemàtiques. Els estudis sobre el paisatge es duen a terme principalment a través de l'adquisició i la producció d'imatges. En la majoria de casos, l'aproximació global acostuma a ser la mateixa: es tracta de cercar la informació en les imatges; una metodologia que coincideix amb la RV.

Les fotografies aèries van ser una de les primeres tècniques per descobrir les dimensions dels territoris arqueològics, així com també les seves estructures internes. El punt d'inflexió va ser el desenvolupament de la cartografia aèria durant les dues guerres mundials. A partir dels anys 50 les activitats internes i internacionals dels governs exigien la manipulació de grans quantitats d'informacions estadístiques a diferents escales geogràfiques i amb diferents nivells d'abstracció, la qual cosa va ser possible gràcies a la construcció de les primeres computadores. El primer *GIS* es va crear el 1962 però la seva difusió no es va produir fins els anys 70, gràcies a l'aparició dels PC (Blanckholm, 2002). En la seva forma moderna combina les imatges per satèl·lit, la base de dades relacional i els mètodes estadístics. Per tant, el *GIS* forma part de l'evolució cartogràfica; respon a la demanda d'eines cada cop més sofisticades de representació temàtica i mesura del paisatge ja que es tracta d'una eina computacional per a la recollida, emmagatzematge, anàlisi i presentació de dades espacials (Blanckholm, 2002). Actualment, s'utilitza en estudis locals, regionals i globals dins diverses disciplines humanístiques, socials i naturals. Aplicat a l'Arqueologia, aquest sistema permet de produir mapes, imatges que s'ocupen alhora de recopilar i descriure –no oblidem que l'excavació és destructiva i que sovint és fonamental recollir el context que embolcallava l'objecte arqueològic– i també d'explicar i modelitzar la informació espacial. La RV hi ha afegit el potencial de la visualització realista i interactiva en 3D.

Potser per aquesta capacitat de mostrar la relació dels grups humans amb el seu entorn, en el cas concret de l'Arqueologia, el *GIS* sempre ha gaudit de molt bona salut. El *GIS* va aparèixer amb gran esclat a principis de la darrera dècada del segle XX, gràcies a la reducció dels preus dels aparells i la generalització de software comercial (Scollar, 1999). Tot i que l'any 1997 semblava que s'havia estancat una mica, encara era un dels temes més rellevants en les trobades internacionals. La prova és que en els quatre anys posteriors, la diversificació de les seves aplicacions –obtenció i emmagatzematge d'informació espacial, gestió patrimonial, modelització, gestió computeritzada de l'excavació, etc.– ha augmentat novament el nombre de comunicacions fins el punt que, en les CAA01 (Burenhult, 2002), celebrades a Visby (Suècia), es van agrupar quasi totes en una única secció, que va comptar amb 19 comunicacions. Des de llavors, el seu nombre no ha parat d'augmentar: les tres darreres sessions han comptat amb un nombre d'aportacions que va de les 20 de les CAA2002 a les 35 (!) de les CAA2004. La causa són les millores tecnològiques dels ordinadors, però també la revisió teòrica i metodològica dels darrers anys, que ha generat una gran varietat d'aplicacions possibles.

Els usos es poden agrupar en tres grans categories generals:

- Comprensió de patrons sincrònics / diacrònics d'assentament en relació amb els recursos, altres assentaments o les vies de comunicació. Normalment s'estableix una divisió en *intrasite* / *intersite*, (Barceló i Pallarès, 1998: 48).
- Gestió i arqueologia preventiva –models predictius de localització–, que són els més tradicionals. Igual que en el grup anterior, la principal forma d'anàlisi són els mètodes estadístics i la I. A. perquè, en el fons, es tracta de models abstractes.
- Construcció teòrica i metodològica. Aquesta categoria es deriva de les recerques destinades a comprendre la manera com el *GIS* ha condicionat l'estructura del registre arqueològic o també la integració de les noves tecnologies, com per exemple la RV.

Aquesta diversificació de temes i aplicacions s'ha fet evident sobretot a partir de les CAA2003 i, especialment, a les CAA2004, en què s'han separat definitivament les diferents aplicacions: models predictius, teledetecció, teoria i metodologia del *GIS*, exemples d'aplicacions, anàlisi *intrasite*, etc. Vull remarcar, perquè és molt significatiu des del punt de vista de la qüestió que ens ocupa ara mateix, que a les CAA es separen les aplicacions de *GIS* de les de RV, malgrat el gran desenvolupament de la tridimensionalitat i les seves aplicacions divulgatives dins el *GIS*. Això és degut principalment a dos motius: el primer, que la RV s'entén com a *VH*; el segon, que el 3D és una extensió secundària del programa de *GIS*, un paquet per visualitzar superfícies amb moltes capes però no pas per realitzar la gestió de les informacions relacionades (Forte, 2003: 537). Això es demostra en la distinció que es fa entre el desenvolupament de la tridimensionalitat –les “*visualization techniques*”– i els càlculs analítics pròpiament dits, que acostumen a formar part de la secció d'estadística. Per tant, el 3D serveix per mostrar l'escena però no per l'anàlisi.

Un dels autors que està intentant dur a terme aquesta integració és, precisament, Maurizio Forte. Segons la seva opinió, la interpretació arqueològica del paisatge és un

procés tan complex que el *GIS* no és suficient (Forte, 2002: 33); cal un entorn que simuli “més fidelment” la realitat, és a dir, que contingui el màxim d’informació i, sobretot, que no sigui estàtic. En paraules de Maurizio Forte (Forte, 2003: 97):

“Out theory is that a GIS platform is only the first step of the reconstruction but is not enough because the interpretation of the landscape depends on the investigation of its relations, according to an ecological approach. The challenge is to apply these bases to a construction of a Virtual Reality system dedicated to the archaeological landscape.”

Tornem a trobar que els grans avantatges de la RV són el seu dinamisme –pot treballar amb quatre dimensions– i la seva interactivitat –capacitat de diàleg amb l’usuari/ària–, que la converteixen en una eina explicativa, ideal per a l’obtenció de coneixement. La RV és (Forte, 2002: 33):

“...a digital ecosystem with dynamic virtual interaction of data and models.”

Com que el territori és un espai real atemporal i desnarrativitzat, no es pot percebre directament, per la qual cosa convé una eina que el tradueixi a la nostra cognitivitat (Forte, 2004).

Des del vessant més tecnològic dels *GIS* es concep la RV com una nova forma d’interfície, més intuïtiva que els mapes, perquè presenta les dades sota la forma d’una simulació tridimensional interactiva i, per tant, menys abstracta i més propera a l’objecte o l’entorn real (Jacobson, 1995). Robert Jacobson, president de *Worldesign Inc.* –una empresa de Seattle dedicada al disseny de software relacionat amb els *GIS*–, explica la relació entre el *GIS* i la RV amb les següents paraules (Jacobson, 1995):

“Virtual worlds have a vital role to play in GIS. For most analyses, what is critical is that the analyst and the individuals or organization who base decisions on the analysis fully appreciate the spatial factors at work in what is aptly called the "decision space." A multidimensional, immersive, "inhabitable" virtual world definitely conveys the sense of space, both concrete and abstract, as no other interface can.”

El principal interès de Jacobson són les interfícies de comunicació entre l’usuari/ària i la base de dades perquè aquesta relació s’estableixi de la manera més natural possible. Però hi ha aportacions molt més teòriques, com la de Mark Gillings i Glyn Goodrick, que, des de fa uns anys i partint d’una perspectiva que podríem definir com a postmoderna, han anat realitzant tot un treball de crítica del *GIS* tradicional i consolidant un nou corpus teòric que ara gairebé ja es pot considerar clàssic. Els autors parteixen d’un seguit de crítiques a les aplicacions tradicionals de *GIS* (Gillings i Goodrick, 1996):

- Proposen representacions estàtiques i abstractes.
- Privilegien la vista com a forma essencial i objectiva de percebre el món.
- Posseeixen una concepció cartesiana de l’espai. Aquest és universal, mesurable, extern, objectiu. Això implica una dicotomia entre la cultura i la natura, entesa

aquesta darrera com a marc objectiu i inamovible en què es produeixen les activitats humanes.

- El temps és concebut no pas com un continu sinó com una successió de fotografies fixes.
- Les activitats humanes es redueixen a punts en l'espai i es deixa de banda la seva significació qualitativa en benefici d'una aproximació estadística.

Totes aquestes característiques evidencien quin és el marc teòric subjacent: funcionalista i determinista –l'entorn condiciona les activitats dels individus, que sempre es mouren segons paràmetres d'optimització energètica–, recolzat per una bateria de tècniques d'anàlisi estadístic arrelada en un paradigma positivista basat en el mètode hipotètic - deductiu (Gillings i Goodrick, 1996). Els autors proposen una concepció alternativa, que substitueixi la noció de “visió” per la de “percepció”; que tingui més en compte les dades qualitatives; que reivindiqui la multisensorialitat com a forma de percepció del món; que consideri la influència dels factors culturals i individuals, com ara la memòria, l'experiència, l'educació, les expectatives, etc.; que integri la idea del paisatge construït socialment i no pas independent i objectiu; i, finalment, que sigui conscient del paper de l'investigador/a en l'estudi del paisatge.

Això connecta directament amb les reflexions des d'algunes arqueologies postmodernes a què farà referència més endavant i constitueix la base de les noves propostes d'ús de la RV: aquesta pot millorar les aplicacions tradicionals de *GIS* perquè posseeix diversos avantatges respecte dels anteriors. En primer lloc, permet crear móns tridimensional continus, en lloc d'imatges planes formades per punts. Per altra banda, proporciona una percepció més realista, més immersiva i interactiva del paisatge. D'aquesta manera, constitueix un model de la realitat que pot respondre a preguntes molt diverses a través de l'exploració més o menys intuïtiva. Per altra banda, el seu llenguatge de programació està pensat per la comunicació, per la qual cosa la RV facilita la comprensió de les dades, és a dir, que esdevé alhora el contenidor de la informació i un instrument de comunicació, una metàfora de navegació. Mentre que les interfícies basades en l'ordinador i que formen els *softwares* de *GIS* més habituals són poc naturals, la RV està més orientada a la persona i, per tant, permet explorar les dades com si es tractés del món real, una activitat que per nosaltres és gairebé inconscient i automàtica, de manera que ens podem concentrar en els objectius més intel·lectuals i no hem d'entretenir-nos amb les qüestions comunicatives. En el següent apartat veurem que aquesta idea és la que ha acabat desenvolupant Forte però partint des d'una concepció cognitiva ecosistèmica.

En conclusió, es pot dir que el *GIS* va posar moltes bases del que després serà la RV des del punt de vista de la recerca –espacialitat, càlcul, *links*, etc.– però conté informacions molt més abstractes que la RV i, quan hi ha representacions, acostumen a ser bidimensionals (tot i que ara això està canviant i cada cop es posa més èmfasi en la tridimensionalitat). Una altra diferència és que el *GIS* està més associat al territori i la RV, més als monuments, per influència del *VH*. Però quan la RV s'ocupa del paisatge, poden arribar a confondre's. Dins l'ús científic, el *GIS* es concep més aviat com a eina analítica de càlcul, i la RV més aviat com a eina de visualització interactiva. Ambdós poden contenir vincles a diferents tipus d'informació –superposar capes d'informació vinculades amb una base de dades era la primera forma d'hipertextualitat, pròpia del

GIS– però la *RV* permet una connexió molt més intuïtiva entre els objectes i les informacions emmagatzemades. D'altra banda, la *RVI* supera el *GIS* perquè permet una exploració multisensorial del paisatge, és a dir, més propera a la nostra manera de percebre el món i, per tant, obre noves formes de comprensió i exploració. Aquestes formes s'estableixen des de l'espai percebut, viscut, i no pas des de l'espai codificat i representat, és a dir, entès simbòlicament.

Com avançava anteriorment, de moment, l'únic equip d'investigació que està duent a terme una integració explícita de la *RV* i el *GIS* és el que reuneix membres del *CINECA*, l'*ITABC*, l'*IUO* de Nàpols i la Universitat de Boston al voltant del projecte “*Aksun*”. El *GIS* s'utilitza en una primera fase, per la recollida i articulació de totes les informacions relatives al paisatge, que en la segona fase, corresponent a la *RV*, serviran per crear el model virtual. Precisament, l'objectiu del projecte és comprovar la implementació d'aquesta segona fase a partir de les dades proporcionades per aquelles eines¹⁷⁴. El *GIS* es considera l'eina més adequada per la recollida de dades geogràfiques però no pot reflectir algunes de les característiques paisatge, especialment l'espai percebut. Per tant, l'avantatge *RV* no és només la reconstrucció tridimensional sinó sobretot la possibilitat de navegació i de manipulació interactiva. Això no significa que la *RV* sigui subsidiària respecte del *GIS*, ben al contrari. L'important és la construcció d'un entorn virtual i el *GIS* és un pas previ necessari per aconseguir-ho. Per què aquesta aparent inversió¹⁷⁵? Doncs precisament per la concepció ecosistèmica Forte, que considera que els models virtuals comporten tot un seguit d'avantatges per als estudis de paisatge, per exemple, pel que fa a la gestió de les informacions associades, el plantejament de noves problemàtiques, la interpretació i la comunicació o difusió dels seus resultats.

La *RV* com a entorn cognitiu

L'avantatge d'un plantejament diferent del tecnològic és que no queda limitat per les solucions físiques sinó que pot desenvolupar una veritable reflexió epistemològica. En el cas de Maurizio Forte, la seva concepció cognitiva - ecosistèmica obre diverses vies d'anàlisi, entre les quals es troba la comunicativa, que posseeix tantes ramificacions com amplis siguin el concepte i el seu marc d'aplicació. En els articles de Forte relacionats amb la teoria de la *RV*, es pot seguir una evolució des d'una postura estrictament arqueològica, provinent de l'Arqueologia del paisatge, cap a qüestions com la representació, la cognició i, finalment, l'aprenentatge i la museologia. Aquest darrer matís ha estat induït, molt probablement, per les circumstàncies reals actuals de l'ús de la *RV* i dels propis projectes de recerca a l'*ITABC*, atès que el seu equip s'ha encarregat de la musealització de la Capella Scrovegni de Pàdua (Forte, Pescarin *et al.*, 2004; Forte, Pietroni *et al.*, 2002).

Com ja he esmentat anteriorment, les idees de Forte en relació amb l'ús de la *RV* com a eina comunicativa al museu deriven lògicament del pensament ecològic de

¹⁷⁴ Vegeu (Bonfigli, Forte *et al.*, 2004: 537-540) per la versió més recent del seu treball.

¹⁷⁵ El més habitual és obtenir primer les dades amb el *GIS* i altres eines de teledetecció i després crear els models renderitzats per a la navegació, de manera que s'obtenen models georeferenciats útils tant per la recerca com per la difusió. Aquesta seria la línia que segueixen la majoria d'equips de recerca vinculats a la l'Arqueologia o la Geografia, com per exemple l'equip de l'EUITTO de Madrid. Es poden consultar alguns dels seus treballs a les CAA2002 i les CAA2004, per exemple, (Farjas i Arranz, 2003).

Gregory Bateson (Bateson, 1972) i de les teories cognitives de Maturana i Varela (Maturana i Varela, 1980). Per aquest motiu, l'arqueòleg italià parteix d'una concepció cibernètica de la ment humana: considera que les persones són sistemes biològics, dotats d'una unitat central de processament formada per subunitats jerarquitzades, a través de la qual circulen les informacions sobre els medis intern i extern i a les quals respon adequadament després d'un procés d'assaig i error (Forte, en premsa). L'important en l'àmbit de la cibernètica no són els objectes i els esdeveniments, sinó la informació que contenen i que pot desencadenar respostes, també portadores d'informació (Forte, en premsa). Per això les concepcions de Forte sobre la RV hauran de presentar necessàriament un vessant comunicatiu important que, com veurem, s'estén també al museu i acaba portant-lo a desitjar i preveure la construcció d'un cibermón.

Si els éssers vius funcionen com sistemes pertanyents a un ecosistema global (Forte, 2003), llavors la realitat està formada per una circulació permanent d'informacions amb les consegüents interaccions. Aquesta característica metafísica determinarà també la manera com s'aprenen tot tipus de coneixements: a través de la reticularitat. I la RV ho pot accomplir perfectament perquè, precisament, consisteix en un alfabet d'informacions visuals connectades entre elles i amb l'usuari/ària mitjançant comportaments (Forte, en premsa). La convicció de l'autor (Forte, en premsa) és que, en comparació amb les tradicionals formes lineals d'aprenentatge:

"... a new alphabet can suggest a different and fast perception of the visual and interactive space; in this way, advanced directions of digital learning can be promoted so that the audience can receive in a very short time a relevant quantity of information."

L'aprenentatge es produeix, en un nivell bàsic, perquè la informació és visual i està organitzada en nivells jerarquitzats, tal com succeeix en la nostra interacció amb el món real. Però la gran aportació de la RV és que és interactiva i, per tant, permet reproduir i comprendre la causalitat universal. Segons Forte (Forte, en premsa),

"When the phenomena of the universe are seen as linked together by cause-and-effect and energy transfer, the resulting picture is of complexly branching and interconnecting chains of causation."

Aquesta és una concepció propera a la de Barceló, ja que també entén els models virtuals com a una eina de verificació o inducció de la causalitat (espàcio - temporal). Però, mentre que l'arqueòleg català parteix d'una noció més històrica de la causalitat, la frase de Forte està arrelada a les explicacions ecosistèmiques, segons les quals l'univers està format per una quantitat enorme de petites connexions lineals que formen xarxes complexes de comportament caòtic. La RV seria una forma visual de simulació d'aquesta realitat; però és interessant remarcar que, a mesura que Forte deixa l'Arqueologia del paisatge d'on va partir i s'endinsa en el món cibernètic, la RV perd el seu nivell tan elevat d'iconicitat i comença a reproduir entitats i relacions més abstractes, que l'apropen al Multimèdia. Fins i tot la noció de "diferència" que Forte invocava en referir-se als mapes i la seva funció com a interpretació del paisatge ha adoptat els nous matisos, seguint la teoria de l'aprenentatge de Gregory Bateson (Bateson, 1972): ara s'entén com un "desequilibri" que genera una interacció, és a dir, una transferència d'informació destinada a recuperar l'estat inicial (Forte, en premsa). Tenint en compte que, segons les idees de Bateson, les accions sempre són

comunicatives –és a dir, portadores d'informació– i que no existeix la no - acció, Forte justifica més sòlidament que Barceló el paper de la interacció en l'adquisició de coneixement a través de la RV: és inherent al sistema i és inevitable de cara a l'aprenentatge. Evidentment, això és possible perquè l'investigador de l'*ITABC* ha transcendit el vessant purament científic en el qual es circumscriu Barceló.

Conduït pel fil de les conseqüències de la teoria ecosistèmica, Maurizio Forte també ha acabat superant les seves primeres aproximacions empiristes –associades a la definició del territori com una entitat externa i objectiva (Forte, 2004)– per endinsar-se en les concepcions de tradició postmoderna. La connectivitat de les informacions, juntament amb el major grau d'abstracció simbòlica el porten a expressar la possibilitat de considerar l'aplicació didàctica de la RV, especialment pel que fa als museus, en termes de narrativa. L'autor és conscient que la gent codifica el seu aprenentatge en forma d'històries. Per aquest motiu i per les característiques ecosistèmiques de la RV, espera que en el futur la RV pugui ser com un món (virtual) on passen coses. Així doncs, hem assolit l'assimilació entre la RV i el Ciberespai, i Forte es desmarca definitivament de les concepcions més científiques –visuals i arqueològiques– que en un primer moment compartia amb Barceló. Ara, la RV ja no constitueix un espai metafòric per la interacció, sinó que es converteix en un lloc concret, un espai social en què convergeixen els coneixements a transmetre i les circumstàncies específiques del museu. Però, en principi, el món real (museu) i el virtual (RV) estan segregats per una asímptota insalvable, evidenciada per la interfície, que separa el món real i el virtual de manera anàloga a com ho fa el marc del quadre (Forte, 2004). Per cancel·lar aquesta distància, l'autor proposa la construcció d'instal·lacions híbrides –a les quals ja m'he referit en l'apartat dedicat a la “Tipologia de la RV”–, en les quals hi hagi la possibilitat de crear límits transparents entre ambdós móns (Forte, en premsa), que permetin barrejar els seus components sense necessitat de modificar-los¹⁷⁶.

D'aquesta manera, fins i tot el museu ha quedat definit a partir de les concepcions ecosistèmiques cognitives de Forte. El museu és un “meta - territori”, és alhora un mapa perquè interpreta i comunica visualment, però també és un territori perquè extreu uns objectes d'un context i els situa en un altre, dotat de les seves relacions i interaccions particulars (Forte, 2004). En el cas dels jaciments musealitzats es podria arribar a parlar de “desterritorialització” perquè estem construint un mapa a l'interior del propi territori (Forte, 2004), és a dir, que el propi territori és el mapa perquè ha afegit una dimensió epistemològica a la seva ontologia habitual. Això comporta una relació de circularitat paradoxal, ja que la RV està dins d'allò del qual és a fora. En qualsevol cas, la possibilitat de redefinir el concepte de museu demostra que l'autor està construint un veritable marc teòric per la RV, complet i coherent, que li permet especificar i articular tots els elements relacionats amb ella. Segons el seu parer, l'objectiu de la RV és facilitar la comprensió del món a través de la creació d'un sistema de traducció més intel·ligible i alhora més proper a la metafísica real. I és precisament per causa d'aquesta proximitat que necessàriament s'ha d'acabar convertint en un món paral·lel al físic, ja no com l'imaginava la Ciència – ficció sinó com s'explica en determinats àmbits de la Física teòrica: una rèplica del nostre món, situada en una altra dimensió, però modificada en algun paràmetre bàsic. Això també demostraria que, des del punt de vista ontològic¹⁷⁷, el virtual no és oposat sinó paral·lel al real (Forte, 2004) perquè existeix veritablement però presenta una lògica diferent, concretament, computacional i digital.

¹⁷⁶ Un exemple d'aquesta acció seria la introducció d'un avatar.

¹⁷⁷ L'autor també cita Pierre Lévy (Lévy, 1995).

En el fons, la RV participa en el mateix fenomen que inclou els mòbils o Internet i que es caracteritza per l'augment dels fluxos d'informació a través del que anomena "ecosistemes virtuals" (Forte, 2004).

Les idees de Forte també posseeixen implicacions per al VH tal com l'havíem definit a l'apartat sobre la concepció més tradicional de la RV i l'Arqueologia. Diu l'autor (Forte, 2004):

*“Potremmo dire che il fine ultimo di un’elaborazione digitale sia l’incremento percettivo e cognitivo della cosa-bene culturale in quanto **virtual heritage**¹⁷⁸, accesso digitale alla virtualità (quindi con feedback) dell’informazione culturale. La traduzione di un bene in bene informativo digitale, realtà incrementata, atto o processo interattivo e percettivo, ricapitalizza in senso lato il bene come oggetto fisico, lo dissemina, ne diffonde il messaggio e il contenuto. Le relazioni cibernetiche che si ri-definiscono nel virtuale, costituiscono la base del sistema e la soglia dell’esplorazione, della psico-visione, dell’apprendimento. Si tratta dunque di rileggere in toto le relazioni complesse che esistono fra beni culturali e realtà virtuale secondo una logica epistemologica, in particolare ecologica-ecosistemica...”*

Segons això, l'objectiu de la virtualització dels objectes és millorar la seva comprensió a través de la seva inclusió en un context nou, un ecosistema digital que ja comporta una forma concreta d'aprehensió de la realitat. Això situa Maurizio Forte no només com a teòric de la RV sinó també del VH perquè intenta dotar-lo de fonament epistemològic més enllà de la simple contemplació. La concepció ecosistèmica de Forte permet reconceptualitzar el terme perquè perdi la seva connotació artística passiva i esdevingui una integració d'entitats reals articulades en un sistema digital dotat d'uns avantatges cognitius implícits a les teories cibernètiques. I el nom "VH" és pertinent perquè agafa els objectes –el *Heritage*– i els virtualitza, els integra dins un ecosistema digital a l'interior del qual el seu significat s'actualitza i es revaloritza en virtut de les múltiples connexions i interaccions que s'estableixen. Tanmateix, la meua opinió és que, malgrat que a priori tot quadra, cal comprovar si efectivament aquest ecosistema digital aconsegueix la funció pretesa i millora l'adquisició de coneixements. I això només es pot saber a través dels estudis duts a terme des de les disciplines directament involucrades –Psicologia cognitiva i perceptiva, Museologia, Aprenentatge, etc.– perquè el paral·lelisme entre el món virtual i una determinada concepció del real no és suficient per concloure la seva idoneïtat. Precisament, aquest és l'objectiu d'aquest segon volum i també del tercer, que es proposarà l'establiment de les principals directrius per la comprovació empírica d'algunes de les conclusions importades des dels dominis específics.

II.5.3.2.4. Reflexions des d'algunes Arqueologies postmodernes

Malgrat les diferències entre els autors anteriors, que han anat sorgint com a conseqüència de la seva evolució personal, tots s'inscriuen dins una concepció positivista de la RV perquè aquest era el seu marc teòric dins l'Arqueologia. Les tendències postmodernes també han acabat generant les seves pròpies concepcions i

¹⁷⁸ En cursiva a l'original.

usos de la RV, que trobem sobretot en el món britànic perquè va ser un dels focus principals de les crítiques a la *New Archaeology* i perquè –en part com a conseqüència– també posseeix una tradició més llarga i una reflexió més profunda sobre la difusió de l'Arqueologia. Des d'aquest punt de vista, es propugna l'abandonament de les restriccions científiques anteriors perquè, aplicades a les Ciències Socials, són limitadores i es proposa l'obertura de nous àmbits de recerca en relació amb col·lectius marginats o aspectes de la vida i la psicologia que abans no s'havien tingut en compte perquè no es podien comprovar empíricament. Per això es fa servir la RV d'una manera més intuïtiva i emocional, a través de la creació d'entorns carregats de connotacions, en què no és tant important la precisió dels detalls com l'impacte global (Beex i Peterson, 2004; Gillings i Goodrick, 1996). En comparació amb l'anterior postura, aquesta és molt més intuïtiva, sensible, inductiva i molt menys explícita, racional i deductiva.

Com a principal exemple d'aquesta tendència podem situar el pensament d'Erik Champion, arquitecte i filòsof, que actualment ultima la seva tesi doctoral a la *School of Information Technology and Electrical Engineering* de la Universitat de Queensland. L'investigador australià opina que les reconstruccions virtuals creades fins ara no aporten res a l'aprenentatge de les Ciències Històriques –ni des del punt de vista pedagògic ni des del punt de vista epistemològic– perquè són estàtiques i fotorealistes, i considera –com jo mateixa i altres autors/es– que la solució es troba en la interactivitat. Però, al seu entendre, qui millor pot proporcionar-la són, gràcies a la concepció de l'espai i la interacció del seu motor, els videojocs (Champion, 2002). La proposta de l'autor australià es basa en una concepció postmoderna de la Història, que el porta a adaptar el concepte tecnològic de “presència” per transformar-lo en el de “presència cultural”. D'una banda, com vèiem al final de l'apartat sobre “Immersió i immersivitat”, la “presència” correspon a la sensació de ser en un lloc que té algun significat present per l'espectador/a (Slater, 1999). De l'altra, l'autor considera que l'objectiu de la Història és proporcionar coneixement sobre la vida al passat i que, quan aquesta comunicació es fa en els entorns relacionats amb el patrimoni, ha de ser captivadora (Champion, 2002), és a dir, que ha de tenir alhora un component intel·lectual i un d'emotiu, perquè aquesta combinació és la que més afavoreix l'aprenentatge. Aquestes dues premisses són totalment incompatibles amb les reconstruccions actuals, perquè són fredes, purament arquitectòniques, estàtiques i deshumanitzades. Segons l'autor (Champion, 2002),

“A virtual Heritage environment must allow us to see through the eyes of the original “other” inhabitants.”

Per aquest motiu encunya el concepte de “presència cultural”, com a objectiu que ha de guiar el procés de disseny i element que han de transmetre les reconstruccions (Champion, 2002):

“Cultural presence is my term for a feeling in a virtual environment that people with a different cultural perspective occupy or have occupied that virtual environment as a place.”

Cal distingir la “presència cultural” de la “presència social” perquè es refereixen a dos fenòmens diferents: en el segon cas, es tracta de l'entorn social virtual creat per la possibilitat de comunicar-se –i és el que Niccoletta di Blas et al. (Di Blas, Gobbo et al., 2005b) descobrien als seus estudis experimentals–; en canvi, la “presència cultural”

correspon a un sentiment inspirat per la suggestió de l'agència social (Champion, 2005a: 121), és a dir, la comprensió que aquell objecte, entorn, etc. ha estat creat o modificat amb una intenció concreta per una o més persones que posseeixen un bagatge cultural específic. Tot i que aquesta nova noció de presència és més difícil d'implementar que la tradicional, l'autor considera que es pot aconseguir, tal com s'ha definit en els estudis etnològics, a través la participació dinàmica en les interaccions amb tres elements principals: l'entorn cultural –un lloc que indica certs tipus de comportament social–, els artefactes –la manera com s'empren–, i les persones que t'ensenyen el rerefons social i com comportar-se, juntament amb els propis motius personals (Champion, 2002).

Com es poden transmetre aquests elements a través de les TIC? La clau es troba en els videojocs, gràcies a les seves especials característiques. Els videojocs estan dissenyats per relacionar-se interactivament amb un espai en què hi ha altres agents socials i cal acomplir una tasca, que sovint implica la manipulació d'elements diversos i/o que es torna més complexa a mesura que passa el temps (Champion, 2002). Comencem per la qüestió de l'espai. Els videojocs tenen a veure en primera instància amb la creació d'un "lloc" perquè el seu disseny i ús posterior es centren en un espai definit per l'activitat que s'hi desenvolupa (Champion, 2005b: 1). Això significa que, per tal de comprendre els videojocs necessitem entendre com creen la sensació de "lloc" i de quina manera és percebuda pels jugadors i les jugadores. Segons l'autor (Champion, 2005b: 1),

"Place is particular, unique, elusive, dynamic, and memorably related to other places, peoples and to events (tasks and happenings). Place may have a cultural and personal significance as well as a social history shaped by how it helped, hindered, and was modified by humans. Place may also act as a decipherable record of human interaction (a "history")."

Això contrasta amb la concepció de l'espai (construït) de les reconstruccions virtuals que, per herència de la tradició arquitectònica occidental del s. XIX, s'entén més com a escultura, com a objecte immutable valorat per les seves qualitats estètiques, que no pas com a espai interior, viscut i percebut en funció dels nostres interessos i condicionants culturals però que també cobreix, modifica i dirigeix els nostres moviments reals i imaginats (Champion, 2005b: 2-3). En canvi, tots els elements esmentats a la cita anterior caracteritzen els videojocs i per aquest motiu poden ser doblement entesos des del punt de vista espacial o arquitectònic: pels seus continguts, espais i edificis en què es realitzen un seguit de tasques, i pel seu disseny, com a "arquitectura narrativa", diferent de la narrativa convencional (Champion, 2005b: 3), ja que la seva exploració no es realitza de forma purament intel·lectual i lineal, sinó que s'acompleix a través d'una navegació similar a la que desenvolupem en el món real i que és més que la pura locomoció o trobar el camí –la concepció que acostuma a caracteritzar les reconstruccions habituals–, perquè és alhora un espai pràctic i un espai conceptual (Champion, 2005b: 3).

Els estudis empírics demostren que diferents formes de representació activen parts diferents del cervell, en funció de com estigui expressada l'espacialitat; i, a més, que la seva comprensió demana l'entrenament de les habilitats específiques associades: per aquest motiu els i les professionals que treballen amb representacions espacials –arquitectes, dissenyadors/es, geògrafs/es, etc.– poden visualitzar un entorn en 3D a

partir de dades bidimensionals o, fins i tot, més abstractes (Champion, 2005b: 5). La clau és la capacitat de crear una sensació de presència, i els videojocs serien més semblants a la realitat que no pas les representacions bidimensionals o que altres entorns virtuals que fan servir claus textuais o purament espacials perquè tenen la capacitat de recrear fins a cert punt aquesta sensació gràcies a la seva interactivitat específica (Champion, 2005b: 5). L'autor proposa, com a possible via per comprovar-ho, l'estudi comparatiu de mapes d'activitat cerebral durant la manipulació de diferents informacions espacials, des de la interacció amb l'entorn real fins a la lectura d'un llibre: els resultats dels videojocs s'haurien de situar més a prop de la primera situació que de la segona (Champion, 2005b: 6-8). En qualsevol cas, les observacions durant l'ús ja han evidenciat que la navegació no és idèntica a la real perquè, per exemple, les persones no miren al seu voltant –un gest ineludible per familiaritzar-se amb un entorn desconegut– sinó que sempre van endavant, sense tenir en compte els laterals del camp de visió (Champion, 2005b: 5).

Passem ara a la qüestió dels agents socials. Tal com afirma Erik Champion:

“In games we learn and follow social rules, or learn about physical rules of the world, without risking personal injury. We socially learn (by stories and commands). We learn by play (puzzles, toys and games). And we learn by observation (observing cause and effect, emulation and by imitation).” (Champion, 2003)

“A discursive interactive schema allows us to learn about how the parameters of the social roles of the inhabitants allowed them to interact and to perceive their environment” (Champion, 2005a: 123)

Per tant, tenint en compte les característiques dels videojocs i el significat del concepte, la manera de transmetre coneixement sobre el passat amb aquesta eina seria construir un veritable “món virtual”, que contingui edificis, objectes i persones que fan coses i amb els quals pots interactuar de més d'una manera però, sobretot, seguint els cànons que corresponen a aquella cultura, en funció del rol social concret adoptat per l'usuari/ària (Champion, 2005a: 122). Això permet, no només comprendre les pràctiques socials i culturals pròpies d'aquella societat, és a dir, el seu patrimoni intangible (Champion, 2005a: 121), sinó que també podem comprendre l'alteritat, a través d'allò que l'autor anomena “transferència hermenèutica” (Champion, 2005a: 121), i que prové del fet d'haver d'adoptar un punt de vista i un comportament diferents dels nostres.

En conclusió, deixant de banda que les darreres tendències pedagògiques emfasitzen el paper de l'aprenentatge actiu i, precisament, el tipus de coneixement derivat dels videojocs és de tipus procedimental més que no pas prescriptiu (Champion, 2005a), aquestes característiques –espacialitat, socialització, realització d'un objectiu, ús coordinat d'habilitats i coneixements diversos, etc.– en fan una eina potencialment molt útil per l'aprenentatge de dominis que contenen tots aquests elements –com, per exemple les Ciències Històriques–, amb l'avantatge que, com que estan pensats per ser captivadors i gaudeixen d'un gran èxit entre el públic general, hi afegeixen l'empatia i la motivació, que són un potent motor d'aprenentatge (Champion, 2005a: 123). Ara, l'únic que cal és canviar la concepció actual dels videojocs, perquè es limiten a armes, córrer, obrir i tancar coses, destruir l'entorn, etc. (Champion, 2003) i, tot i que aquesta

combinació pot ser ideal per a crear emoció i entreteniment, no sembla gaire adequada per a les aplicacions educatives dels museus d'Arqueologia. Els videojocs també presenten l'avantatge que, com que l'ordinador permet recollir informació qualitativa i quantitativa sobre els patrons de navegació de l'usuari/ària, es pot avaluar sense intervenir en l'experiència –les anàlisis sobre nivells de “presència” així ho exigeixen– i després comparar-ho amb entrevistes o qüestionaris anteriors i posteriors a l'experiència (Champion, 2003).

En el fons, Erik Champion ens està parlant de crear una veritable simulació visual –i no només intel·lectual o abstracta, com en el cas de la teoria sistèmica– de les societats passades. Aquesta proposta és remarcable. Primerament, per la seva ambició en relació amb la representació i difusió del coneixement arqueològic. En segon lloc, perquè es fonamenta en una base teòrica, ancorada tant en la tecnologia –“concepte de presència”, característiques dels videojocs– com en les Ciències Històriques –concepció postmoderna, concepte de “presència cultural”–, i que permet una validació empírica –a través de l'avaluació i les anàlisis experimentals pròpies de la Psicologia cognitiva–, la qual cosa la converteix en una de les poques aportacions teòriques sobre RV que existeixen avui dia. En tercer lloc, perquè la seva crítica a les reconstruccions actuals és totalment ajustada i un estímul per la seva transformació: és l'única que realment aprofita la interactivitat específica de la RV i que pretén mostrar la dinàmica del passat, en lloc de simples escultures restaurades. I fins i tot l'arquitectura, juga un paper educatiu –té una justificació cognitiva i històrica– en els entorns virtuals. Però ho fa a força de caure, al meu entendre, en un doble problema epistemològic, que és anterior a la pròpia implementació tecnològica. El primer prové del fet que no comparteixo la seva concepció de la Història perquè, com ja he esmentat anteriorment, tenir com a objectiu l'explicació del passat limita necessàriament les possibilitats de la disciplina i porta a conclusions relativistes com la dels *Annales*.

El segon té a veure amb la impossibilitat d'aconseguir aquesta “presència cultural”: des de l'Arqueologia –dues de les tres maneres que proposava l'autor per comprendre una cultura era a través dels objectes i l'espai viscut– és totalment infactible perquè, precisament, és la part del passat més difícil d'inferir a partir dels objectes¹⁷⁹; si ho intentem a partir dels documents històrics, ens trobem amb un problema antropològic perquè, si ja és prou difícil sortir de la paradoxa epistemològica que plantegen els estudis etnològics, què passarà si, a més, la cultura ja no existeix actualment i, per tant, no podem viure/veure-la mentre funciona realment ni trobar aquestes persones –la tercera forma de comprendre una cultura, segons l'autor– que ens expliquin com cal comportar-se? Doncs que, en realitat, estarem participant en una interpretació actual de com creiem que era aquella cultura i que no té per què assemblar-se a com era veritablement el passat. ¿Com podem realitzar aquesta adopció de diferents rols socials individuals, tal com proposa el concepte de “transferència hermenèutica” o el “Test de Turing Cultural” (Champion, 2005a: 124-125), si de vegades ens és fins i tot impossible conèixer el funcionament simbòlic general d'una societat? No podem jugar a ser com els/les altres perquè no podem deixar de ser nosaltres mateixos/es i perquè aquests/es altres ja no existeixen. A més, aquest component empàtic afegeix un altre problema i és que molt possiblement la gent ho considerarà una veritat absoluta perquè, a diferència de les representacions teatrals i tal com passa i es critica (Barceló, 2001, i el propi Erik

¹⁷⁹ O totalment incompatible amb l'Arqueologia perquè el “patrimoni intangible” no pot tenir cabuda en una disciplina que es basa, precisament, en l'anàlisi de les restes materials.

Champion en comunicació personal; Mosaker, 2001) a les reconstruccions actuals, el realisme visual produeix un gran impacte i una inconscient acceptació de realitat.

Un altre exemple d'aquesta postura el trobem en l'article que Janet Owen (Owen, 1999) va publicar en un llibre sobre museus editat per Nick Merriman, de *l'Institute of Archaeology del University College de Londres*. És interessant remarcar el fet que aquesta no es tracta d'una aportació que pretengui establir les bases teòriques de l'ús de la RV en Arqueologia, sinó que hi fa referència indirectament, conduïda naturalment per la seva reflexió sobre els recursos didàctics als museus: si la interacció amb el material arqueològic és una de les metodologies fonamentals de l'Arqueologia i també un dels elements principals de l'experiència museogràfica, és inevitable preguntar-se quin paper jugarà en tot això la interactivitat proposada per les reconstruccions virtuals. Diu Janet Owen (Owen, 1999: 186):

“Computer interactive technologies provide museums with the opportunity to encourage visitors to think about alternative interpretations of archaeological material culture by, for example, providing various interpretations of particular material culture evidence. Visitors could select various interpretations to consider, and be encouraged to develop personal opinions about the alternatives proposed.”

És evident que la concepció subjacent de l'Arqueologia està condicionant l'ús de la RV. En aquest cas, l'autora entén la disciplina com a narrativa basada en una interpretació subjectiva de les evidències. Això determina la didàctica de l'Arqueologia i també les aplicacions de la RV, que l'autora presenta a través d'un seguit d'exemples molt representatius de les crítiques a les concepcions processuals. Així, les reconstruccions no proporcionen idees tancades sinó que s'accepta la incertesa com a element essencial de l'Arqueologia: llavors, l'exploració serveix per construir les pròpies idees i comparar-les amb les dels experts i les expertes (Owen, 1999: 183).

Tanmateix, la perspectiva postmoderna també ha integrat algunes de les idees processuals: només hi ha interactivitat si hi ha algun problema a resoldre, és a dir, que la disciplina no és purament descriptiva sinó que es planteja una problemàtica de partida (una altra qüestió és la manera com es resol i l'ampliació dels temes considerats). Per tant, es tracta d'una interactivitat justificada, psicològica, perquè en cas contrari es tractarà de simple manipulació de botons (Owen, 1999: 182). Això fa que les reconstruccions estiguin més orientades a la difusió metodològica i, per tant, siguin més interactives que mai –curiosament, més properes als recursos dels museus de Ciència, per molt que es defugi aquesta proximitat. Tenint en compte que aquesta característica es deriva de la concepció de l'Arqueologia i la seva divulgació, es demostra, un cop més, que el marc teòric de la disciplina determina els usos de la RV.

La meua opinió és que, tot i que entenc i en moltes ocasions comparteixo les postures de les diferents crítiques postmodernes, no puc estar d'acord amb el seu ús de la RV com a mecanisme narratiu perquè considero que les reconstruccions virtuals comporten un esforç massa gran per aconseguir resultats molt pobres a l'hora de representar personatges en moviment. Per fer narracions hi ha altres mètodes molt menys costosos – explicació oral o textual, dibuixos, pel·lícules, representacions – que, com s'ha pogut comprovar, obtenen millors resultats. Aquesta és una de les vies de desenvolupament que comencen a perfilar-se actualment, a través d'exemples com el de les termes

romanes de Sant Boi de Llobregat (Lledó, Gutiérrez *et al.*, 2002), del Fòrum Romà¹⁸⁰, o els documentals del CINECA (Liguori, Guidazzoli *et al.*, 2004): la RV és una eina per crear efectes especials, ja que la reconstrucció virtual d'un monument és més realista, barata i fàcil de realitzar que no pas decorats de mida real. Tanmateix, no ho podem considerar RV perquè hi manca l'element interactiu i, per tant, hauríem d'anomenar-ho "infografia tridimensional", "imatges 3D" o, com proposa l'equip de disseny de les termes romanes de Sant Boi de Llobregat –l'únic que manifesta explícitament la necessitat d'aquesta rectificació terminològica– "realitat animada" (Lledó, Gutiérrez *et al.*, 2002: 294), tot i que el trobo un terme massa imprecís.

Pel que fa a la visualització intuïtiva, això ja és una altra cosa i té molt més sentit, sobretot perquè en les aplicacions anteriors la interactivitat havia desaparegut. Per això crec que l'ús de la RV en aquest marc teòric està més en relació amb aquest tipus de visualització i, especialment, en el desenvolupament de la percepció i manipulació en primera persona, una forma d'aproximació al coneixement que ja ha estat desenvolupada per Ian Hodder a la pàgina *web* de Çatal Hüyük¹⁸¹ i que també s'ha explorat, en el cas del Multimèdia per comprendre com condiona la construcció i adquisició de coneixement (Roux, 2002; Tringham, 2004). Aquest ús interactiu distingeix totalment les concepcions postmodernes de l'Arqueologia d'algunes reconstruccions relacionades amb la Història¹⁸², malgrat que puguin compartir la narració com a recurs. Com que la Història es considera un àmbit de coneixement més abstracte, la RV perd la seva funció experimental interactiva i es converteix en un intermediari que pot prendre dues formes: el Multimèdia o la narració. En tots dos casos, la RV apleix un paper com a metàfora o il·lustració, especialment en el segon cas, en què acompanya una narració oral. Això demostra quina és la concepció més habitual de la Història: és una disciplina no metodològica, en què no es simulen les experiències sinó que es reviu el passat a través de la descripció dels monuments. Crec que una aplicació correcta de la RV en Història hauria de seguir l'exemple de les concepcions postmodernes i proposar usos molt més interactius, per exemple jocs de simulació, de descoberta, etc., que posin èmfasi en el vessant metodològic i no pas factual de la disciplina.

II.5.3.2.5. Conclusions

II.5.3.2.5.1. L'espai i el temps

Fins aquí he explicat les possibles bases teòriques de l'ús de la RV en Arqueologia a partir de tres marcs teòrics de l'Arqueologia diferents, ja que, en realitat, la concepció que es tingui de la disciplina condicionarà les aplicacions i les seves justificacions. Tanmateix, totes tres propostes comparteixen un element comú i és que l'ús de la RV es justifica per la seva capacitat de simular fenòmens espacials (i temporals). Parlem una mica de l'espai i el temps...

Segons resumeixen Martin Dodge i Rob Kitchin (Dodge i Kitchin, 2001: 28), hi ha quatre maneres de concebre l'espai:

¹⁸⁰ Vegeu els diferents articles a www.cvrlab.org/research/research.html#PUBLICATIONS .

¹⁸¹ Vegeu la pàgina *web* www.catal.arch.cam.ac.uk/catal/catal.html .

¹⁸² Vegeu els exemples proporcionats per Ken Pimentel i Kevin Teixeira (Pimentel i Teixeira, 1995: 234-236).

- **Aristotèlica:** l'espai és estàtic, jeràrquic i concret.
- **Newtoniana:** l'espai és com una xarxa en la qual es situen objectes i es produeixen esdeveniments.
- **Leibniziana:** l'espai és fonamentalment relacional i definit completament en termes d'aquestes relacions.
- **Kantiana:** l'espai és una forma d'aprehensió imposada per l'ésser humà a una realitat externa desconeguda.

Mentre que les tres primeres han predominat en els estudis geogràfics, la darrera ha estat més aviat aplicada a la cognició humana. Això és així perquè la newtoniana i la leibniziana postulen que l'espai està regulat per un seguit de lleis físiques que poden ser mesurades científicament, gràcies al potencial analític de la geometria euclidiana i cartesiana. D'aquesta manera, l'espai esdevé una realitat objectiva i empírica, externa a nosaltres: aquesta és la idea subjacent a la concepció processualista de l'Arqueologia. En canvi, en els darrers anys, s'ha anat modificant la visió absolutista i essencialista anterior en benefici d'una idea més relativa, que l'entén com a interpretació i construcció social (Dodge i Kitchin, 2001: 29), és a dir, integrant la perspectiva relacional de Leibniz amb les intuïcions kantianes. Aquesta seria la concepció que ha guiat les crítiques al GIS de Gillings i Goodrick i també la que caracteritza les aplicacions "postmodernes" de la RV. El terme mig consistiria, com han proposat alguns autors, en distingir entre dos conceptes diferents: una cosa seria l'espai físic, que pot ser formulat matemàticament, és a dir, *a priori*; i l'altra seria l'espacialitat, la noció derivada de l'espai construït per les relacions polítiques, socials i econòmiques que actuen a diferents escales (Dodge i Kitchin, 2001: 29).

Precisament, l'inconvenient de la majoria d'estudis geogràfics és que adopten un enfocament estàtic i els seus resultats són esbiaixats perquè no tenen present que la materialització espacial de les activitats humanes també posseeix una dimensió espacial (Dodge i Kitchin, 2001: 30). En altres paraules, que el temps condiciona l'espai. I el temps és de gran ajuda quan l'espai ha desaparegut. Aquest és un dels principals problemes ontològics plantejats pel Ciberespai perquè, com que no posseeix entitat física, no és ni continu ni ordenat i tot es defineix a través de les relacions que s'estableixen entre els elements. En el cas de la RV s'hi afegeix un vessant espacial però que no és tangible sinó virtual i per aquest motiu no actua com a entitat ontològica sinó epistemològica, ja sigui com a metàfora de coneixement o com a simulació d'objectes reals. Però conté un avantatge respecte del GIS tradicional i és que és més icònica i menys abstracta que les representacions geogràfiques i, per tant, pot integrar les noves concepcions postmodernes de l'espai no objectiu sinó percebut.

El temps, en canvi, sembla mantenir-se més estable que l'espai en el món cibernètic perquè, quan ens comuniquem a través d'un programa de missatgeria instantània o sobrevolem una reconstrucció virtual, ho estem fent en temps real. Però això no és sempre veritat: la simulació computacional també transforma la nostra forma de representar i sentir el temps. La nostra concepció del temps ha estat sempre lligada als instruments per mesurar-lo. Els primers rellotges eren de sol, de sorra, d'aigua i constituïen una plasmació espacial del temps: el seu pas s'evidenciava per les

transformacions espacials que patien certs elements de projecció indirecta o bé continguts en un recipient (Couchot, 1989: 117). Els rellotges mecànics, en canvi, reben el nom d'analògics per indicar que, d'una manera artificial, es representa el desplaçament del sol sobre el fons corbat del cel i, per tant, no plasmen sinó que representen el pas del temps, una realitat externa a ells (Couchot, 1989: 117). Això no obstant, encara hi ha una relació de contigüïtat i analogia entre les dues entitats. En canvi, el temps numèric, propi dels rellotges de quars o dels rellotges interns dels ordinadors, ja no es refereix a un model astronòmic preexistent que queda plasmat visualment, sinó que és virtual, no existeix més enllà dels impulsos electrònics emesos pel rellotge intern de la computadora, que pren com a referència la freqüència estable del cristall (Couchot, 1989: 118). Per tant, el temps ha deixat de ser inexorable i continu; és autònom, simulat, una variable més de les que manipula l'ordinador. I com a tal, es pot discretitzar i manipular a voluntat. Aquí rau l'avantatge per moltes ciències empíriques, especialment les que estudien processos de llarga durada, ja que es poden simular fenòmens reals sense estar lligats al pas real del temps.

La RV constituiria un cas específic de tot el que acabo d'exposar, ja que reuneix la simulació visual, la simulació temporal i la simulació dels comportaments. Edmond Couchot ho expressa així (Couchot, 1989: 118):

“L'expérience, impossible à réaliser en grandeur réelle (in vivo), ni en laboratoire, sur maquette par exemple (in vitro), a pu l'être d'une façon satisfaisante grâce à la simulation numérique, non pas in abstracto, car le phénomène était visualisé sous des formes précises et dans son déroulement temporel, mais, pourrait-on dire, in symbolo, au moyen de ces symboles que sont les nombres et le langage logico-formel de la programmation.”

Aquest seria el cas de l'Arqueologia, que es veu especialment afavorida per la RV perquè els processos que han generat els resultats visibles als registre arqueològic ja s'han esdevingut i la integració de la representació icònica del registre amb esquemes de programació que simulin els efectes de les variables naturals i les humanes pot esdevenir una eina d'inferència i verificació totalment revolucionària dins la història de la disciplina perquè superaria fins i tot les possibilitats de l'Arqueologia experimental. I les seves aplicacions són extensibles a qualsevol de les tres escoles de pensament que he exposat en aquesta secció.

II.5.3.2.5.2. Usos i abusos de la RV en Arqueologia

La revisió de diferents exemples de reconstruccions virtuals em va portar a la conclusió, presentada en diversos escrits (Pujol, 2002a; 2002b; 2004), que els usos de la RV estan determinats per la disciplina d'aplicació i que existeix una dicotomia entre els “científics” i els “humanístics”.

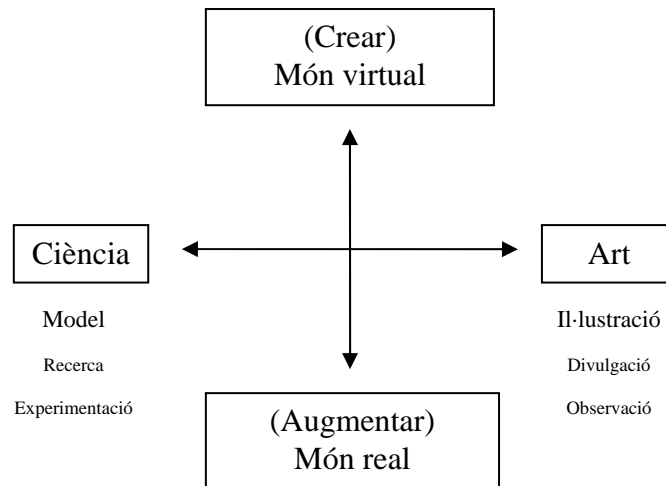


Figura 61: Definició de la RV en funció de l'objecte d'estudi i la forma d'aproximar-s'hi per part de la disciplina.

La tria del tipus de RV depèn de l'objecte d'estudi i de la forma d'aproximar-s'hi per part de la disciplina. En el primer cas, la representació d'una cèl·lula no necessita més que un PC, però la simulació d'una cova haurà de fer-se en un *CAVE* perquè transmet millor la impressió d'immersió. La segona qüestió dependrà del fet que es vulgui representar el coneixement –com acostuma a passar amb l'Arqueologia, l'Art i la Història– o que es vulgui representar la metodologia –com en les Ciències naturals, perquè el coneixement es considera indissociable del seu component metodològic. En les disciplines històriques no hi ha aquesta possibilitat d'interacció directa perquè s'entén que l'objecte d'estudi ja no existeix. Aquí es troba un dels errors conceptuals fonamentals d'aquesta branca del coneixement: el seu objecte d'estudi sí que existeix perquè no és el passat sinó el present. La diferència amb les Ciències és que la forma d'aproximació no és actualista sinó que es basa en la reconstrucció de processos temporals a través de les seves conseqüències o indicis materials. Entès d'aquesta manera no només canvia la utilitat de la RV sinó el propi status epistemològic i social de la disciplina.

En el cas concret de l'Arqueologia, les aplicacions depenen de la tendència conceptual subjacent. Jo crec que poden resumir-se en quatre tipus bàsics, quatre tipus d'aproximacions lligades a quatre models o sensibilitats arqueològics:

Aproximació	Utilitat	Concepció Arqueologia
Presentació i descripció dades arqueològiques	Visualització d'objectes	Recuperadora de material arqueològic, tradicional en el sentit descriptiu
Presentació de descobertes espectaculars	Impacte emocional	Sensacionalista, descobriment de tresors, tradicional en sentit romàntic
Metodologia de recerca	Entendre la ciència a través de la seva metodologia	Ciència constructora de coneixement
Dimensió social, política, identitària	Cohesió comunitat, construcció identitat, dinamització econòmica	Disciplina social, integrada en el present

Taula 10: usos de la RV en funció de la concepció arqueològica subjacent.

Els elements d'aquesta taula estan ordenats:

- De més a menys descriptiu.
- De més a menys tradicional.
- De més a menys estàtic.
- De més a menys habitual.

Les perspectives més tradicionals són descriptives i entenen la RV com a una il·lustració conclusiva del procés de recerca. En molts casos, i com a resultat de la confluència entre una concepció romàntica de l'Arqueologia i les necessitats comercials, serveix per representar descobertes espectaculars. Les perspectives empiristes, en canvi, posen l'èmfasi aplicatiu en les primeres fases del procés i entenen la RV com una eina experimental i de visualització de les dades en què els objectes acostumen a contenir explícitament o potencialment informació. Les perspectives postmodernes, per la seva banda, poden fer-ne un ús més intuïtiu durant el treball de camp, però sobretot posen l'èmfasi en les darreres fases del procés –interpretació, divulgació– i entenen la RV com un recurs semàntic/simbòlic destinat a la narració o la construcció subjectiva de coneixement i identitat social, en què els objectes representen, són transmissors d'informació.

Crec que totes aquestes opcions han de tenir cabuda en l'espai de la disciplina com a vies d'exploració de nous llenguatges comunicatius però essent molt conscients del marc teòric de què partim i de les possibilitats reals de la RV. De la mateixa manera que existeixen diferents formes d'entendre el temps i l'espai, han d'existir diferents tipus de RV, adequats a cadascuna d'aquelles així com també al destinatari i a l'objecte modelitzat. En aquests moments ens manca una reflexió sobre tots dos aspectes i apliquem la tecnologia perquè està de moda i permet una revalorització de l'Arqueologia per part de la societat, però estem reforçant una concepció de l'Arqueologia que ja hauria d'estar superada i desaprofitant les capacitats reals de la tecnologia.

Això no significa que calgui abandonar completament les reconstruccions virtuals, al contrari, poden ser una eina de transmissió molt potent però no simplement per mostrar un estat d'un monument sinó per reflectir el procés que ha portat a aquelles conclusions, perquè el públic estableixi un diàleg dinàmic amb un registre arqueològic que no sempre és fàcil de comprendre. La RV pot acomplir totes quatre entrades de la taula 10, però és especialment indicada pels dos darrers perquè no es tracta només d'imatges estàtiques sinó que la seva definició implica necessàriament la interactivitat. El primer és el més habitual i es pot integrar en els dos darrers tipus perquè, siguin o no els protagonistes del discurs, els objectes arqueològics han d'estar necessàriament representats i es pot demanar informació específica sobre ells. El segon és una conseqüència directa de la qualitat de les restes arqueològiques; el problema és que sempre es mesura en termes artístics i no pas de la informació que aporten. Els dos darrers són els més importants perquè proporcionen eines per construir el propi coneixement, essencial per interactuar amb el món que ens envolta. Considero que estan totalment integrats –el vessant científic és més intel·lectual; el vessant social és el resultat de l'anterior– i permeten que la gent entengui com funciona internament l'Arqueologia i per què serveix: si sabem com s'obté el coneixement arqueològic, arribarem a la conclusió que no proporciona veritats absolutes i que les dades són manipulables. Gràcies a això, la gent hauria de ser conscient que cadascú/cadascuna pot

construir el seu propi discurs i, per tant, ser més crític/a amb les informacions i relativitzar les postures durant la seva vida quotidiana.

Per aconseguir-ho cal un subtil canvi de perspectiva: no hem de fer reconstruccions del Patrimoni sinó del registre, perquè el primer connota un monument fossilitzat, valorat per les seves qualitats artístiques; mentre que el segon implica un objecte viu en estudi permanent, que actualitza el seu significat a mesura que evolucionen les demandes de la societat. Per altra banda, crec que la construcció d'un model tridimensional del jaciment que serveixi com a base de dades estructurada i alhora permeti comprovar hipòtesis espacials o bé, al contrari, extreure inferències més o menys intuïtives a partir de variables quantitatives o qualitatives, també posseeix una utilitat molt valuosa. En qualsevol cas, el “*Virtual Heritage*” s'hauria de convertir primerament en “*Virtual Record*” i després ja obtindrà el primer qualificatiu, sempre que disegni, no pas l'objecte de reconstrucció, sinó la categoria adquirida per les reconstruccions virtuals dins la Societat de la Informació.

II.5.3.2.5.3. Existeix l'Arqueologia virtual?

L'any 1991, Reilly publicava un article –actualment considerat històric– que, sota el títol “*Towards a Virtual Archaeology*”, parlava de la modelització de sòlids com a eina d'aprehensió del registre arqueològic. L'article transcendia la simple exposició de tècniques gràfiques i contenia implicacions cabdals sobre els fonaments de l'Arqueologia. Ja només el títol era ple de significat: transmetia la sensació que s'estava recollint el testimoni de les recerques anteriors i s'avançava cap a un estat inevitable, el de l'Arqueologia com a disciplina científica. Després de deu anys de desenvolupament tecnològic, en què s'ha creat un corpus d'aplicacions en RV molt important, ens podem plantejar una pregunta clau: es tracta només d'un fenomen tecnològic o constitueix una branca de la reflexió teòrica dins l'Arqueologia? La meua opinió és que, a la llum de totes les publicacions tingudes en compte per la realització d'aquest projecte de recerca, actualment estem assistint a la contraposició de les dues postures: la primera, representada per les reconstruccions dissenyades i utilitzades, sovint, per gent externa a l'Arqueologia, que les entén com una finalitat lúdica, tecnològica o il·lustrativa tancada; la segona, representada per arqueòlegs i arqueòlogues que parlen de “models” més que de “reconstruccions” perquè els conceben com a eina explicativa i metacognitiva.

Personalment, crec que el debat va més enllà de les aplicacions en Arqueologia i constitueix una reflexió epistemològica general sobre el paper de les TIC en el món actual. Per exemplificar-ho, podem agafar dues opinions contraposades. Orlandi (Orlandi, 1999) considera que l'Arqueologia no té cap necessitat metodològica de les TIC però que poden aportar beneficis des del punt de vista pràctic. En canvi, Forte (Forte, 2000) parla d'un nou estadi de la disciplina en què els aspectes computacionals són fonamentals:

“...a digital reconstructive archaeology, computational epistemology applied to the reconstruction of three-dimensional archaeological ecosystems, therefore, cognitive ecology.”

És així? Estan les TIC transformant l'Arqueologia? Per respondre a la pregunta plantejada al títol es poden invocar tres arguments, relacionats respectivament amb

l'origen de la RV, la naturalesa de les dades i la seva interpretació i, finalment, l'objectiu de l'Arqueologia. El primer recull el paral·lelisme que Forte (Forte, 2000) estableix entre el fenomen de la RV i la *New Archaeology*: les dues neixen de la necessitat d'organitzar una gran quantitat de dades i acaben generant un discurs teòric sobre què és i com fer Arqueologia. Responent a Orlandi, Forte (Forte, 2000) considera que el desenvolupament futur de l'Arqueologia Virtual depèn de tres factors:

- L'evolució del *software*, el *hardware* i les xarxes de comunicació.
- L'elaboració digital de les dades arqueològiques.
- La discussió teòrica dins la comunitat científica.

No es pot negligir l'evidència que dues terceres parts de la feina s'ha de fer des de l'Arqueologia, tant des del punt de vista teòric com del més pràctic –la recuperació de les dades sobre el terreny. L'evolució tecnològica és un motor de desenvolupament necessari per a la Ciència. Des d'aquesta perspectiva, es pot afirmar que l'Arqueologia estava estancada perquè es trobava limitada pel paper i les TIC obren nous horitzons de desenvolupament que, necessàriament, han de desembocar en una reflexió i adaptació teòrica. Això no obstant, la veritable transformació de l'Arqueologia només es pot fer des de dintre, aprofitant que les TIC han eixamplat el seu espai perquè es pugui desenvolupar. Per aquest motiu estic d'acord amb Forte que, com que l'Arqueologia Virtual contribueix a la discussió teòrica en Arqueologia, no cal donar-li un nom a part, forma part del desenvolupament natural de la disciplina.

I, amb això, tornem a la *New Archaeology*, atès que el gran desenvolupament del que s'anomena Arqueologia Virtual s'ha produït als anys noranta, però les primeres temptatives en aquest camp es van fer contemporàniament al naixement de la revolució processual - funcionalista. Al meu entendre, una i altra estan lligades per una evolució contínua natural, en què la *New Archaeology* i les posteriors reaccions fan de pont entre la concepció artística classificadora tradicional i l'estat actual, designat sota el terme "Arqueologia Virtual" pel paper fonamental que hi desenvolupen els models computacionals interactius. A partir d'una qüestió pràctica s'està generant un debat que ha de transformar la concepció de l'Arqueologia. Per això trobo que persones com Gardin, Doran o Forte estan parlant del mateix des de diferents punts de vista. Fins i tot, alguns, com Gardin, n'havien plantejat fa molts anys les bases filosòfiques i ara l'arribada de la tecnologia encaixa perfectament amb el seu discurs. Per tant, no és cert que el motor de transformació procedeixi totalment de fora de l'Arqueologia: si no hagués existit una preparació teòrica, s'hauria mostrat totalment impermeable a la influència de la "cibercultura".

El segon argument té a veure amb la naturalesa de les dades amb què treballa l'Arqueologia. Com que la informació de partida és incompleta, la proposició del model no és directa, ha de passar per una sèrie d'estats inferencials basats en l'analogia. Això té una conseqüència positiva: obliga a explicitar els problemes epistemològics bàsics (Barceló, 2000). A més, cal tenir present una premissa filosòfica fonamental: en Arqueologia no existeix la dicotomia entre real i virtual perquè les informacions amb

què treballa ja són “virtuals”¹⁸³ (Forte, 2000). El que fa la RV és organitzar-les, modelitzar-les. Que les dades siguin virtuals significa que la interpretació del passat no existeix *per se*, no és inherent a les dades, sinó que s’esdevé en el moment de crear la interpretació, que pot estar expressada a través del llenguatge natural o a través d’un model geomètric i, en els dos casos, la sintaxi condicionarà la semàntica. El model virtual és una forma de representar la realitat per tal de poder-la estudiar millor quan és inaccessible. La forma d’estudiar-la és a través de la manipulació de representacions (Barceló, 2000) i això demostra que la RV i l’Arqueologia tenen dos punts bàsics en comú: un d’ordre pràctic, perquè totes dues treballen amb imatges; i un d’ordre teòric perquè l’Arqueologia estudia una realitat passada a través de les seves conseqüències materials, per tant, la RV li pot servir per “manipular” aquest passat. Els models virtuals exigeixen molta més precisió que les reconstruccions artístiques: no poden haver-hi vaguetats o imprecisions (Kantner, 2000). Això és exactament el que passa amb l’Arqueologia quan intentem fer-la científica: necessitem un llenguatge i unes regles explícitament definides que eliminin les ambigüitats del llenguatge natural i del raonament pel sentit comú. Aquest paral·lelisme demostra que la qüestió de la RV no és pura aplicació sinó que entra de ple en un altre aspecte del debat epistemològic de l’Arqueologia. La RV és una via fonamental de formalització del raonament arqueològic.

El darrer argument té un abast més general perquè es refereix a l’objectiu de l’Arqueologia. Totes les reconstruccions virtuals topen invariablement amb la impossibilitat de superar la versemblança i mostrar com era realment passat. Això és perquè l’Arqueologia tampoc no ho pot fer. La seva metodologia no li permet assolir aquest objectiu i queda limitada a la simple descripció de les restes materials. En conseqüència, els models virtuals no són explicatius sinó purament descriptius. La manera d’integrar els agents socials del passat és formular les problemàtiques a partir dels agents socials del present. Per tant, ha de ser una disciplina que cerqui les causes dels fenòmens socials observats actualment. La causalitat està indissolublement lligada amb el temps i pren la forma de processos, l’origen dels quals cal anar a buscar en moments determinats del passat. Però el passat ja no existeix, per tant, el funcionament temporal dels sistemes socials s’ha d’analitzar de manera indirecta: a través de les conseqüències físiques, observables, que han anat deixat al llarg d’aquest desenvolupament i que s’han conservat fins els nostres dies (Barceló, 2001: 224). Si l’interès final de l’Arqueologia no es centra en els jaciments i els objectes sinó en la dinàmica de la societat com a sistema, trobarà en la modelització un aliat explicatiu fonamental. Les accions socials produeixen canvis materials en la realitat, que poden prendre la forma d’artefactes manufacturats o de transformacions en el medi. Aquestes transformacions es poden categoritzar com a diferències mesurables en la forma, la mida, la composició, la textura o la ubicació, que són representables gràficament. És a dir, que l’objectiu dels models arqueològics no és obtenir una imatge descriptiva i estàtica dels artefactes i els monuments sinó interpretar les dades empíriques segons un nou llenguatge geomètric i dinàmic que ens permeti manipular-les (visualment) per entendre’n els processos causals (Barceló, 2001: 225-227). És així com l’Arqueologia esdevé –si més no, en un primer nivell– una ciència cognitiva inferencial.

¹⁸³ D’aquí la comparació i el paral·lel amb la *New Archaeology*; és més, és com si s’hagués fet un altre pas endavant perquè ara s’ha entès que les informacions són virtuals i es treballa amb les eines adequades: la RV.

Però, fins ara, els usos de la RV s'apropen més al “*Virtual Heritage*” que a la “*Virtual Archaeology*”. Diu Maria Roussou (Roussou, 2002: 93):

“Virtual Archaeology refers to the use of three-dimensional computer models of ancient buildings and artifacts visualized through digital interface technologies that offer some degree of immersion and / or interaction with the content.”

Comparem aquesta definició amb la del *Virtual Heritage* (Roussou, 2002: 93):

“Virtualization, as experienced today, is a technological condition that is generalized much beyond what we understand as virtual reality. In this sense, virtual heritage involves the synthesis, conservation, reproduction, representation, digital reprocessing and display with the use of advanced imaging technology.”

El primer que cal remarcar és la incoherència entre la definició estricta de RV i l'ús actual d'aquesta tecnologia en l'àmbit arqueològic. L'essència de la RV està constituïda per tres elements imprescindibles: la tecnologia computacional, la immersivitat – actualment, opcional– i la interactivitat (Pujol, 2002a: 30). Fixem-nos que, en la definició d'Arqueologia virtual, Roussou afegeix una conjunció disjuntiva: “pot ser immersiva i / o interactiva”. Si la interactivitat es considera optativa o, fins i tot, no apareix en Arqueologia, no és pas per una incapacitat de la RV sinó perquè predomina una definició artística de la disciplina, que se serveix de la RV com a versió sofisticada de les il·lustracions (necessàriament estàtiques) tradicionals. Per altra banda, quin sentit té que l'autora estableixi una distinció entre *VH* i *VA*? Aquesta és la segona evidència a favor de la hipòtesi sobre la importància del vessant artístic. La concepció artística és, en un procés de *feedback*, la causa i la conseqüència alhora: determina les característiques de la RV des de la disciplina i reforça aquesta mateixa concepció a través de la construcció del *VH*. Com que és el vessant més popular i lucratiu, contribueix a fer pressió per fixar quina RV “està de moda”. Es pot trobar una tercera causa dins l'àmbit tecnològic, concretament, en l'excés d'èmfasi en el terme “visualització”, tal com apareix al fragment de Roussou. Si bé és absolutament cert que la funció bàsica de la RV és la visualització, el concepte està mal entès, ja que s'entén simplement com a sinònim de “visió” i no pas en el seu significat de crear o interpretar models de la realitat, com ho fan Barceló i Forte. És per aquest motiu que les reconstruccions destinades al públic no es fan servir en l'àmbit de la recerca.

Si, en canvi, entenem la disciplina com una ciència que pretén explicar fenòmens observats en el present a través de la materialitat, haurem de recórrer a imatges que reflecteixin el caràcter hipotètic, explicatiu i dinàmic de l'Arqueologia. De quina manera? Com ja he anat esmentant al llarg del text i com veurem de manera aprofundida al final del capítol de pragmàtica de la RV, la interactivitat pot oferir una solució a aquest plantejament. Roussou té molt clar que la immersivitat i la interactivitat són dos elements clau en el paper de la RV com a mitjà de comunicació. La seva idea de la RV coincideix amb les noves tendències museogràfiques, ja que considera que l'objectiu no ha de ser la simple il·lustració, sinó l'aprenentatge a través d'una experiència “*meaningful and engaging*” (Roussou, 2002: 94). En la meua opinió, la immersió física no és una experiència completa perquè falten sentits i estan mal integrats. Per aquest motiu, la RV s'ha d'adaptar a les necessitats específiques de l'Arqueologia: ha de servir per entendre els fenòmens espàcio - temporals i per això la

immersió només serà útil en alguns casos concrets. La interactivitat, en canvi, és especialment interessant perquè posseeix un potencial didàctic inherent –reconegut per especialistes de l'àmbit dels museus i de la Pedagogia en general– però també perquè és una eina d'ús científic que permet experimentar com treballa la disciplina: manipulant models per entendre la causalitat.

II.5.3.3. La presentació de l'Arqueologia al Museu

II.5.3.3.1. Introducció

A ningú no li pot passar desapercebut l'ús creixent de les TIC als museus i, més concretament, de la RV. Cada cop hi ha més museus d'Arqueologia o, sobretot, jaciments musealitzats que encarreguen a informàtics/ques i arquitectes la realització de reconstruccions virtuals més o menys interactives, que mostrin l'estat del monument o d'un objecte en un moment històric concret. Tanmateix, aquest augment de les aplicacions no va acompanyat d'una reflexió teòrica complementada amb una valoració empírica que justifiqui el seu ús com a eina museogràfica i n'avalui l'efectivitat real. Com es feia palès a l'estudi realitzat per Eva Koester (Koester, 1993), tots els museus consideren que cal introduir noves pràctiques museogràfiques basades en el suport informàtic però semblen més atrets per la novetat tecnològica que no pas per l'eficàcia pedagògica dels seus procediments. Això queda demostrat per la interpretació que Corinne Welger-Barboza fa dels documents d'àmbit nacional relacionats amb els museus francesos (Welger-Barboza, 2001: 82):

“La lecture de ces documents issus de la DMF nous conduit à faire deux types d'observations. D'une part, on n'y tente jamais de définir un tant soit peu en quoi les “interactifs” de musée rempliraient telle ou telle fonction précise au regard des démarches pédagogiques à l'endroit des publics non spécialisés dont sont en charge les services culturels des musées, ni même si, à fortiori, ces fonctions, une fois circonscrites, gagnent à être instrumentalisées par des machines interactives. Ce point s'avère éminemment délicat, dans la mesure où il renvoie à la définition malaisée du rôle éducatif du musée, au-delà de l'appareil scolaire, et aux interrogations complexes auxquelles donnent lieu les problématiques de médiation culturelle.”

De les moltes referències bibliogràfiques consultades, només cinc –molt desiguals entre elles– han realitzat un intent en aquest sentit. Per començar tenim Maurizio Forte, teòric de la RV en Arqueologia, que realitza una de les aportacions més aprofundides. Com hem vist a la secció anterior –dedicada a la base teòrica de l'ús de la RV en Arqueologia–, la funció didàctica de les reconstruccions emprades al museu es deriva de la seva concepció ecosistèmica de la RV, ja que aquesta conté unes implicacions cognitives que superen la simple representació del coneixement i el porten a plantejar-se la qüestió de l'aprenentatge. Aquesta concepció queda plasmada a la Sala Multimèdia de la Capella Scrovegni (Forte, Pescarin *et al.*, 2004; Forte, Pietroni *et al.*, 2002), però tanmateix, es tracta d'una conseqüència estrictament teòrica, desenvolupada a partir del pensament de Gregory Bateson i no s'ha basat en cap estudi provinent de l'àmbit dels museus o l'aprenentatge. Això no obstant, els estudis d'aquesta mena existeixen. Pel que fa a l'aprenentatge, provenen de l'àmbit de l'educació, que ja posseeix una llarga tradició d'estudis sobre els avantatges i inconvenients de les computadors com a eina

educativa. Pel que fa als museus, comencen a aparèixer puntualment avaluacions sobre aspectes concrets –per exemple la personalització, les visites “híbrides”, etc.– però procedeixen de l'àmbit artístic, i es duen a terme sobretot en aquells països, com ara el Regne Unit, que ja han acomplert la reflexió prèvia i, per tant, duen avantatge en aquestes qüestions.

També s'ha d'esmentar la Tesi doctoral d'Émilie Flon (Flon, 2002), del Laboratori de Cultura i Comunicació de la Universitat d'Avinyó, que tenia com a objectiu l'avaluació de la RV com a transmissora de coneixement al museu, però l'abordava des d'una perspectiva sociològica. En el cas concret de l'Estat espanyol, l'Arqueologia també ha publicat alguna consideració explícita sobre l'ús de la RV com a eina divulgativa; però les tres de què tinc coneixença són molt elementals i/o paradigmàtiques d'aquesta aplicació il·lustrativa al servei d'una Arqueologia purament descriptiva, en què la interactivitat és inexistent o bé es limita a la simple manipulació motora. El cas més representatiu de com acostuma a ser aquesta base teòrica sobre la didàctica de l'Arqueologia és el de la reconstrucció virtual de la ciutat grega d'Empúries (Aquilué, Bases *et al.*, 2002). La presentació del projecte al II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics demostra que, en la majoria dels casos, els i les professionals de l'Arqueologia no han dut a terme cap reflexió profunda sobre l'ús real de la RV i només l'aprofiten pel seu potencial il·lustrador, en detriment de les capacitats interactives de la tecnologia i els fonaments metodològics de la disciplina. La prova més palpable és que reserven l'ús estratigràfic de la reconstrucció –que, val a dir, també és bàsicament descriptiu– per als i les especialistes, mentre que es destina al públic una reconstrucció realista dedicada a la il·lustració del jaciment organitzada ja no segons les activitats de la vida quotidiana sinó els sectors de la ciutat i les tipologies constructives.

La impressió que es desprèn d'aquest escrit és que, si bé l'ús de la RV es situa dins un projecte museogràfic complet, no s'hi integra realment –com es veurà en altres casos presentats posteriorment– sinó que s'hi superposa, en un intent d'adaptació a les modes museogràfiques probablement similar al que defensen Carmen Fernández Ochoa i Paloma García Díaz (Fernández Ochoa i García Díaz, 2002: 274) perquè, segons elles,

“el perfeccionamiento constante del sistema infográfico y las posibilidades que ofrece, convierten en obsoletas propuestas didácticas que en otro tiempo cumplieron su función sobradamente”.

Des del punt de vista didàctic, consideren que “... relacionar els objectes de la cultura material recuperats en els treballs arqueològics amb la seva ubicació original” equival a la “comprensió integral del passat” (Aquilué, Bases *et al.*, 2002: 291), sense tenir en compte que la recontextualització visual dels objectes no és representativa de la dinàmica del passat ni en proporciona una explicació i, sobretot, que aquest tipus de raonament que els i les especialistes de les disciplines històriques tenen tan automatitzat, no és evident per al públic general. En aquest mateix sentit, Juan José Fuldain (Fuldain, 2002: 275) afirma que:

“La reconstrucción virtual de los yacimientos arqueológicos se está convirtiendo en los últimos años en el método más fácil y atractivo de transmitir al público los resultados de una intervención arqueológica. La visualización virtual de las estructuras que han provocado los restos arqueológicos hace que el público

entienda rápidamente qué es lo que se está exponiendo y el proceso arqueológico en sí mismo.”

El problema d'aquesta afirmació –que també comparteix l'equip que va realitzar la reconstrucció virtual visible al subsòl de la Plaça del Rei de Barcelona (Ortiz i Castillo, 2002: 264)– és que, si bé la iconicitat de la RV ajuda a copsar la interpretació d'aquelles restes arqueològiques, no reflecteix res més enllà d'aquest significat descriptiu, no hi ha cap metodologia –ni tant sols la que s'associa amb l'Arqueologia més descriptiva– perquè no hi ha accions explicitades, no hi ha cap explicació de la gramàtica bàsica de la disciplina. Això només és possible a través de la interactivitat o, com a molt, el dinamisme. Aquí es troba el punt clau per justificar la meua proposta en relació amb l'ús de la RV dins el marc d'una concepció arqueològica concreta: si fem servir la tecnologia com a eina divulgativa, només la interactivitat pot contribuir a comprendre el funcionament bàsic, metodològic, de l'Arqueologia perquè simula o explicita els processos bàsics de raonament que s'hi duen a terme. Les imatges estàtiques, contràriament a les afirmacions dels autors i autores que acabo de citar, no només presenten interpretacions sobre el passat sinó que, a més, amaguen les cadenes inferencials i els marcs teòrics que les han guiades sota el potent impacte visual d'una imatge aparentment dotada d'objectivitat i que, a més, compta amb la complicitat inconscient d'un públic influït per una concepció romàntica de l'Arqueologia.

No només la manca d'interactivitat sinó també l'ús que se'n fa en els pocs casos en què apareix confirma definitivament la funció purament il·lustrativa de la RV per part d'una Arqueologia descriptiva: les reconstruccions virtuals que apareixen en els multimèdia, com ara el Castell de Mur Virtual (Sancho, Vinyoles *et al.*, 2002), es fan servir per il·lustrar una descripció verbal sobre el passat o com a metàfora de navegació hipertextual. El cas d'aquest producte encara és més greu perquè està concebut com a material docent universitari, la qual cosa demostra que no se'ls està ensenyant explícitament a fer investigació història –tal com s'afirma en l'article (Sancho, Vinyoles *et al.*, 2002: 297)– sinó oferint descripcions sobre el passat acompanyades d'exemples de fonts arqueològiques i documentals. La meua crítica a la manca de reflexió profunda i documentada per part del col·lectiu arqueològic queda tancada amb l'evidència proporcionada per aquest mateix exemple, ja que els seus autors afirmen que es tracta d'un recurs “tot terreny”, és a dir, que tant serveix pels nois i noies que estudien Història, com per al públic general, com per a les escoles i museus (Sancho, Vinyoles *et al.*, 2002: 299). Dubto molt que això sigui possible, especialment tractant-se d'un producte multimèdia perquè, a diferència d'una simple imatge digital, que funciona de la mateixa manera en qualsevol circumstància perquè el seu llenguatge bàsic és universal i s'adapta molt bé a les estratègies museogràfiques tradicionals, el Multimèdia està format per text i per vincles conceptuals la comprensió dels quals està lligada al nivell de desenvolupament cognitiu i de comprensió d'una matèria. Pel que fa a la presència al museu, com veurem més endavant, les estacions situades en una exposició generen un espai físic i cognitiu que trenca el discurs expositiu i, normalment, estan infrautilitzades perquè demanen una concentració i una dedicació que no s'adequa l'experiència museística.

Les referències citades fins ara són representatives de les publicacions habituals, en què es fa referència a la utilitat de la RV per l'Arqueologia però no hi ha una voluntat expressa de reflexionar sobre aquesta qüestió. No és aquest el cas de Sebastián Rascón, del *Servicio de Arqueología* de l'ajuntament d'Alcalá de Henares, que va publicar un

article a l'apartat de "Noves tecnologies aplicades a la museïtzació de jaciments" del II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics amb l'objectiu d'oferir pautes metodològiques per l'ús de la RV als museus (Rascón, 2002: 256). Això fa que aquest article sigui molt interessant des del nostre punt de vista ja que, juntament amb les publicacions de Forte, constitueix l'única aportació teòrica explícita realitzada des de l'Arqueologia. L'objectiu de Rascón es similar al d'aquest treball de recerca però parteix d'una altra perspectiva, que és precisament aquella a què jo m'oposo perquè considero que desaprofita les possibilitats reals de la RV i l'Arqueologia. L'article és, per tant, doblement interessant, atès que parteix de les característiques habituals de la RV –interactiva, immersiva, computacional, tridimensional (Rascón, 2002: 254)– però els conceptes associats que descriu i l'ús que en proposa posteriorment no hi tenen res a veure. La raó és que han estat filtrats per una concepció tradicional de l'Arqueologia, que assimila les descripcions dels monuments a l'explicació sobre el passat. La premissa bàsica de l'autor és la següent (Rascón, 2002: 250):

“Una de las posibilidades de la Arqueología es su capacidad para reconstruir mundos que ya no existen. En gran medida este es el objetivo del historiador, o del arqueólogo, más allá del coleccionismo de objetos rescatados del pasado. Desde luego esta reconstrucción puede desarrollarse mediante un discurso escrito, lo que es objeto último de la mayoría de los trabajos de carácter científico. Sin embargo, puede también recurrir a las imágenes.”

Per tant, la funció de l'Arqueologia és descriure amb tot detall el passat i després oferir textos que continguin aquestes informacions. Això determina la funció dels recursos divulgatius que es troben a l'abast de la disciplina. Com que el llenguatge verbal presenta limitacions, es pot optar per les imatges, que presenten un doble avantatge: posseeixen una llarga tradició d'associació amb l'Arqueologia que arrenca al s. XVIII (Rascón, 2002: 250) i constitueixen una de les principals demandes socials a l'actualitat (Rascón, 2002: 252). Així doncs, la RV no és sinó la darrera fase d'una pràctica habitual de recreació de civilitzacions antigues, en gran mesura impulsada per una aspiració romàntica d'evocació i fugida a altres móns (Rascón, 2002: 250). En els primers temps es va basar en les belles arts, amb l'arribada de la tecnologia, són el cinema i la RV els qui se n'ocupen. La funció és la mateixa –reconstruir el passat, explicar històries (Rascón, 2002: 253)–, l'únic que ha canviat és el grau de realisme.

Així doncs, és aquesta concepció de l'Arqueologia qui determina l'ús de la RV i, per aquest motiu, malgrat que parteix de la definició completa del recurs tecnològic, pesen més les característiques de realisme i immersió, que porten implícita la idea de substitució i, amb la qual cosa, tots els elements tècnics que es presenten a continuació –imatges 3D, interactivitat, immersió, RA, Multimèdia, MV– ja estan tenyits d'aquesta concepció o, més aviat limitats, filtrats, per ella. La prova és que la interactivitat s'associa amb el videojoc i acaba confonent RV i imatge digital –dibuixos animats, efectes especials a les pel·lícules– perquè l'important és la narració visual realista (Rascón, 2002: 254-255). Segons Rascón (Rascón, 2002: 256),

“Aquí, es cierto, se establece una barrera frágil entre entornos virtuales e infografías 3D más simples que actúen como ilustraciones didácticas, aunque más poderosas que las tradicionales. En realidad, entendemos que la definición precisa de esta barrera es casi imposible, no solo en Arqueología sino en cualquier producción 3D.”

Aquesta afirmació és totalment errònia perquè la diferència entre 3D i RV és molt clara i ha estat establerta en totes les publicacions científic - tècniques que he consultat durant les dues fases d'aquest treball de recerca per completar la definició de RV: totes insisteixen en què la clau es troba a la interactivitat. Per altra banda, la concepció de l'Arqueologia també determina el paper del museu, com a centre que mostra objectes recuperats del passat. Això té dues conseqüències: una per al museu, ja que les TIC seran percebudes com a intruses que han de conviure per necessitat amb els veritables protagonistes de la narració (Rascón, 2002: 260); i l'altra per a la definició d'un altre concepte tècnic, el Museu Virtual, que quedarà convertit en la simple digitalització de la col·lecció (Rascón, 2002: 258).

El resultat d'aquesta base teòrica és que les pautes que ofereix són totalment banals: es limita a aclarir que les aplicacions han d'estar en funció de què hi com s'explica i llavors descriu molt senzillament com es fa una reconstrucció (Rascón, 2002: 256-257). També exigeix que les reconstruccions posseeixin un mínim de qualitat i funcionin (Rascón, 2002: 259). Aquestes consideracions museogràfiques són totalment superficials i probablement és conseqüència de considerar que (Rascón, 2002: 256)

“...las posibilidades de esos sistemas en Arqueología son evidentes, dadas sus capacidades comunicativas y didácticas”.

No n'hi ha prou amb conèixer les definicions i possibilitats tècniques de les TIC perquè no tenen garantida *per se* la seva idoneïtat com a recurs museogràfic, cal comptar amb estudis realitzats des de la Psicologia, la Pedagogia, la Museologia, etc. A més, els usos que proposa són jocs o imatges tridimensionals dinàmiques, que presenten dos avantatges. Un d'explícit: un són narratius i per tant convenen a l'Arqueologia. I un d'implícit: no posen en dubte el paper dels objectes arqueològics com a centre dels discurs expositiu ni la posició d'autoritat intel·lectual dels i les especialistes.

La importància de les arqueòlogues i els arqueòlegs com a generadors/es únics/ques del discurs històric es pot apreciar en el convenciment que cal mostrar una solució reconstructiva realista, amb el màxim de detall, perquè si no el públic omplirà els buits amb la seva imaginació (Rascón, 2002: 257). Això és el que fa que la RV sigui millor recurs divulgatiu que el text, que s'oblidi el potencial de la RV per mostrar diferents solucions reconstructives i, sobretot, que s'hagi perdut la interactivitat. Perquè (Rascón, 2002: 261),

“En un Museo, o un Centro de Interpretación los protagonistas de la narración son los restos arqueológicos. Las nuevas tecnologías deben ayudarnos a articular un discurso de fuerte contenido histórico, y emplear la enorme potencia de sus contenidos visuales y su lenguaje secuencial para hacer llegar al público unos mundos pretéritos de los que solo queda un pálido reflejo.”

Aquest repàs crític de la bibliografia em porta a concloure que, actualment, encara no comptem amb cap publicació feta des de l'Arqueologia i per a ella, que integri les diferents dades relacionades amb el tema per construir un corpus teòric - pràctic sobre l'ús de la RV als museus. El meu propòsit és que aquesta secció serveixi com a primera reflexió sobre el tema i, per aconseguir-ho, he reunit en un discurs coherent tots els àmbits que hi estan implicats: el marc general, la museologia, la comunicació i l'aprenentatge.

En altres paraules, tots aquells que integren l'entitat complexa que és l'exposició. El principal problema a l'hora de plantejar-se la possibilitat d'integrar la RV en el discurs expositiu és que aquest posseeix la seva pròpia dimensió comunicativa dins la qual s'ha d'inserir la RV, però veurem que, a l'hora de la veritat, coincideixen en diverses qüestions bàsiques. En conclusió, aquesta secció reuneix diverses perspectives d'anàlisi i reflexió amb l'objectiu d'oferir un panorama el més exhaustiu possible sobre la utilitat de la RV als museus d'Arqueologia, tot i que pot ser aplicable a d'altres tipus de continguts.

II.5.3.3.2. Marc general

Com a marc general de les possibles relacions entre la RV i el museu he triat les reflexions de Bernard Deloche (Deloche, 2001) i Corinne Welger-Barboza (Welger-Barboza, 2001). El nombre d'assajos filosòfics publicats sobre la naturalesa dels museus, l'Art, la seva funció, etc. és in comptable, atès que, des dels orígens del museu modern al s. XIX, els més grans pensadores i pensadores han escrit al respecte. Però al final m'he quedat concretament amb aquests dos perquè posseeixen la virtut de ser els primers que es proposen d'endinsar-se explícitament dins la nova perspectiva oberta per les TIC i perquè representen dues concepcions diferents –no completament oposades– sobre la influència de les noves tecnologies al museu que, a més, ja hem vist en un altre lloc. Bernard Deloche reprèn el fil de les reflexions tradicionals i, seguint Pierre Lévy, considera que el museu és una manifestació del virtual. Per tant, representa un punt de vista més conceptual i girat cap al passat, cap a l'evolució històrica de la museologia. En canvi, Corinne Welger-Barboza es centra més aviat en la base tecnològica de les imatges digitals, el multimèdia, etc. i les seves conseqüències, que es concreten en el “Museu Virtual”. Per tant, adopta un enfocament més aviat de tipus tecnològic, la qual cosa també li permet realitzar una crítica pragmàtica sobre les actituds dels museus davant unes transformacions socials, econòmiques i culturals que de grat o per força també els afecten.

La reflexió de Deloche parteix de la base que el museu, les imatges –o més concretament l'Art¹⁸⁴, en el seu cas– i la virtualitat estan lligats amb anterioritat a l'aparició de la RV. Com? A través de la definició de virtualitat de Pierre Lévy, que ja hem vist al capítol corresponent a la filosofia del virtual. Això vol dir que l'autor defuig l'associació de la virtualitat amb les imatges digitals i entén la virtualització per oposició a l'actualització, és a dir, com a desplaçament d'una instància cap al seu camp de problemàtica general (Deloche, 2001: 254). Així doncs, en primer lloc, la relació entre l'Art i el virtual s'estableix pel fet que l'Art constitueix una virtualització del sensible (Deloche, 2001: 151). L'Art és un cas particular de producció d'imatges (Deloche, 2001: 240) –l'ésser humà funciona a tots els nivells mitjançant representacions internes i externes (Deloche, 2001: 248)–, que proposa altres estats del real mitjançant tres tipus d'operacions. La primera és la prefiguració del món (Deloche, 2001: 152-153): l'Art és una anticipació, concep un fragment del món no actualitzat i

¹⁸⁴ He d'aclarir que l'autor parla en tot moment des d'una perspectiva artística, però crec que en bona part les seves reflexions es poden aplicar a l'Arqueologia. I això per dos motius principals: primer, perquè el museu va ser creat per exposar curiositats de tota mena i, sobretot, obres d'art i restes arqueològiques, i aquesta és la concepció que l'ha regit fins a l'arribada de les TIC; segon, perquè l'Arqueologia va néixer estretament vinculada a l'Art i els museus i, per tant, també compartia –i en molts casos encara arrossega– aquesta mateixa orientació.

l'injecta a la realitat. Les possibles solucions no estan determinades, no se sap com seran fins el moment de la creació, i mai cap no és idèntica a les anteriors, tal com passava amb l'hipertext¹⁸⁵. Per tant, la segona operació és l'heterogènesi perquè la virtualitat crea solucions diferents del real i també diferents entre ells (Deloche, 2001: 155). La RV, si és veritablement interactiva també és heterogènia perquè s'actualitza amb cada navegació. Finalment, la virtualitat actua objectivant les emocions individuals internes: les posa a disposició dels altres tot proporcionant-li una forma externa i, per tant, objectivada (Deloche, 2001: 157). És el que Deloche anomena "compartir el sensible" (Deloche, 2001: 155).

L'altra relació s'estableix entre la virtualitat i el museu. Des de la perspectiva de Deloche, aquest no és sinó una forma concreta d'experiència del sensible, una realització concreta d'una pregunta sobre la comunicació¹⁸⁶ (Deloche, 2001: 240) que, fins a l'adveniment de les TIC, es basava en els objectes. L'autor concep la museologia com un camp de reflexió concret, un (Deloche, 2001: 253)

"champ problématique du montrer, renvoyant à la fonction documentaire intuitive"

i cada museu és una actualització possible. Per tant, si el museu és una forma de mostrar el sensible/coneixement i l'Art és aquest sensible, l'Art i el museu estan fonamentalment lligats. Això ens porta a la conclusió, de ressonàncies poètiques, que estem "virtualitzant el virtual" perquè el museu i l'Art són dues instàncies lligades per la virtualitat. Però, a més de ser una actualització, el museu també funciona com a instrument de virtualització perquè arrenca altres els artefactes del seu context i els posa en una problemàtica / marc concret (Deloche, 2001: 161). Per exemple, un museu pot mostrar artefactes lítics, ceràmica, objectes metàl·lics, etc. trobats en diferents jaciments del Pròxim Orient per il·lustrar una hipòtesi explicativa sobre el procés de neolitització. Els artefactes recollits ja són, segons opinió de Lévy, una virtualització (Lévy, 1995: 72-75) però, en el moment que els situem en un museu, els transferim d'un camp de problemàtica –l'acció– a un altre –la comunicació– i, si a més, en creem una còpia, maqueta, substitut. etc., els estem sotmetent a una segona fase de virtualització perquè eliminem la casuística de l'objecte i el transformem en representació de tots els que pertanyen a la mateixa categoria (Deloche, 2001: 160). Això significa que la RV no és aliena al museu perquè és doblement virtual: com a model per la solució de problemàtiques i com a reconstrucció virtual, que no és altra cosa que un substitut. Per tant, estem introduint un element virtual dins un context de virtualització.

M'acabo de referir a la RV com a substitut. Aquest és un element fonamental per entendre la concepció de Deloche però, sobretot, per justificar l'ús de la RV als museus. L'autor considera que els museus posseeixen una llarga tradició de substitució. Un substitut és un objecte que ocupa el lloc d'alguna cosa que no hi és (Deloche, 2001: 185) en virtut d'una analogia entre ambdós elements. Tanmateix, la percepció del substitut està estigmatitzada per una limitació ja que, com que no es tracta de l'objecte original i només posseeix una semblança limitada, se suposa que no pot acomplir la

¹⁸⁵ Vegeu l'apartat "Les arrels terrestres del Ciberespai".

¹⁸⁶ En realitat, l'autor parla d'Estètica i no pas de comunicació perquè ho tracta des del punt de vista de l'Art; però, en el fons, l'Estètica es pot considerar un cas concret de comunicació perquè és sinònim de mostrar el sensible a través d'un artefacte (Deloche, 2001: 159). De la mateixa manera, podem substituir "Art" per "coneixement".

seva funció d'una manera tan perfecta (Deloche, 2001: 185). El principal problema dels substituïts és la seva “mala premsa”, que afecta sobretot l'Art i l'Arqueologia i, amb la qual cosa, s'evidencia clarament el rerafons artístic d'aquesta darrera disciplina. La percepció negativa dels substituïts és deguda al fet que ataca directament el fetitxisme propi de la mentalitat occidental¹⁸⁷, que aïlla els originals i els dota d'un valor estètic, econòmic, etc. intuïtiu que exigeix una contemplació reverencial (Deloche, 2001: 164). Aquesta sacralització entra en conflicte amb la seva funció documental, que els atorga una dimensió manipulativa i, conseqüentment, els banalitza.

En resposta a les actituds per part del personal vinculat als museus que ens explicaven Donald Sanders i Eva Koester a la secció en què escrivia les “Primeres paraules sobre la funció de les TIC al museu”, es pot argumentar que concebre el museu com a virtualització permet acceptar que existeixin nombroses solucions possibles i que una d'elles passa per incloure com a estratègia un element –la RV– que també és virtual perquè, considerant només els motius relacionats amb el present àmbit, serveix per resoldre problemàtiques. Deloche defensa aquesta idea a través de la noció de “Museu Virtual”, una fita a assolir, una altra “solució possible” que s'hauria desfet de les contradiccions actuals del museu perquè es planteja la seva problemàtica d'una altra manera (Deloche, 2001: 161). Això demostra que l'autor també comparteix amb Pierre Lévy una concepció positiva de les TIC ja que per ell la virtualització no és res dolent, sinó una evolució necessària que cal comprendre per poder-la aprofitar bé. Mentre que en el llibre de Lévy es presenta la virtualitat com una imposició inevitable provinent de l'evolució de l'espècie, per Deloche la virtualitat constitueix una arma transformadora, que cal adoptar conscientment per resoldre els problemes inherents al museu i que l'arribada de les TIC ha fet evidents. Com ja vèiem al primer volum, en parlar de l'ús de les TIC al museu, la RV aixeca un debat que porta a qüestionar-se el paper del museu i a remoure tota la reflexió museològica. Deloche situa aquesta solució en el Museu Virtual, una entitat derivada de la destrucció del fetitxisme i la valoració dels substituïts pel seu valor documental.

Tornant a la qüestió dels substituïts, com ja deia anteriorment, la seva presència al museu no és una cosa nova, derivada de les TIC o la museografia desenvolupada a partir dels anys 70, sinó que ja n'existeixen antecedents situats en èpoques històriques més o menys modernes, i que es poden agrupar en tres categories bàsiques: els museus sense edifici, els museus sense col·lecció i les rèpliques. El primer grup inclou, en primer lloc, els ecomuseus o els monuments musealitzats i sorgeix com a solució per pal·liar el problema derivat de la descontextualització dels objectes extrets del seu entorn original (Deloche, 2001: 169). En aquests casos hi ha materialitat però no un edifici específicament concebut per guardar les col·leccions dipositades. Un altre cas que Deloche cita com a exemple de museu sense edifici és la creació als anys 80 per part de l'Estat francès d'una base de dades que mitjançant fitxes amb imatges i text mostrava tot el Patrimoni nacional inventariat. Aquí no hi ha edifici ni tampoc objectes però l'autor ho agrupa amb els museus perquè es tracta d'un conjunt d'objectes reunits artificialment (Deloche, 2001: 170). El tercer cas, molt més evident, és el del “Muséambule”, un museobús que circulava el 1987 pel Quebec amb la intenció d'apropar la cultura a la gent. Tanmateix, els primers exemples d'unitats mòbils destinades a la difusió cultural es situen als anys 30 als EUA (Deloche, 2001: 171).

¹⁸⁷ Una demostració del nostre fetitxisme –que tant pot estar associat amb un valor estètic com epistemològic però, en qualsevol cas, sempre se'n deriva un d'econòmic– és l'obsessió actual per preservar-ho i musealitzar-ho tot.

La segona categoria és la dels museus sense objectes i és la que ens reserva exemples més sorprenents perquè, tot i l'aparent contradicció del concepte tipològic, és la que conté els casos més antics. El primer és el del "Museo Cartaceo" de Cassiano del Pozzo que, tant aviat com el s. XVII, va reunir un corpus de 7000 imatges per tal de recopilar visualment el conjunt del coneixement arquitectònic, artístic i natural (Deloche, 2001: 172). No només es tracta de les disciplines pròpies dels primers museus, sinó que també demostra que intuïtivament ja s'havia percebut que la imatge era una eina de comunicació molt potent. Un altre exemple similar és el de l'Enciclopèdia (Deloche, 2001: 174), però aquest compendi il·lustrat presenta dues novetats respecte de l'anterior, que encara l'apropen més al museu i, sobretot, a la concepció actual derivada de les TIC: volia democratitzar el coneixement i era multimèdia, ja que incloïa text, imatges i... referències creuades, és a dir, connexions hipertextuals.

Continuant amb aquesta segona categoria, fins i tot en el s. XIX, el gran segle de la burgesia, quan s'implanta definitivament la concepció del museu com a temple de preservació de col·leccions, trobem exemples de museus sense objectes i, el que és més important, anomenats com a tals. Es tracta dels "museus de paper". El primer cas citat és el "Musée des Familles", una revista periòdica venuda per correspondència a les comunitats camperoles de França que mostrava i explicava objectes molt diversos en lloc de fer anar la gent a l'imponent Louvre (Deloche, 2001: 176-177). Curiosament, l'altre cas té a veure amb aquest museu, ja que un dels seus conservadors, el Comte de Clarac, va crear un catàleg visual de les col·leccions amb la intenció de proveir el públic d'una eina didàctica. Com? Doncs, per exemple, ordenant els objectes per ordre alfabètic i no pas temàtic o bé triant el format del gravat per evitar l'erudició inútil (Deloche, 2001: 178). En certa manera, això prefigura els objectius comunicatius de la RV, ja que pretenia millorar la transmissió de coneixement a través de solucions més ben adaptades a les característiques del públic general. Finalment, tenim el museu imaginari d'André Malraux (1901-1976), que va crear el marc teòric per a totes aquestes temptatives. La seva concepció parteix de la constatació que el museu tradicional ja és un substitut perquè reemplaça el context original dels objectes¹⁸⁸ i, per aquest motiu, necessita emprar imatge intermediàries –texts, dibuixos, fotografies, el propi disseny museogràfic– perquè la gent els pugui entendre. Així doncs, tots els museus són imaginaris perquè impliquen un procés de selecció i exposició (Deloche, 2001: 184). Entendre aquesta premissa bàsica permet flexibilitzar les concepcions i obre la via a noves reflexions sobre el museu, com per exemple, la introducció de la RV com a recurso expositiu o la creació d'un museu virtual.

La darrera forma de substitució és la creació de rèpliques, que ja sembla més propera a les reconstruccions virtuals. Seguint les concepcions antropològiques de diversos autors, com ara Leroi-Gourhan, podem afirmar que no es tracta de cap procés estrany perquè tot en la cultura és substitució de la cosa natural per un artefacte (Deloche, 2001: 187) o, en paraules de Pierre Lévy, és la virtualització de diversos sistemes de pensament. Des d'aquest punt de vista, el museu és un artefacte d'artefactes i, per tant, comporta un doble procés de mediació. Tanmateix, les rèpliques acostumen a ser mal percebudes perquè es tracta de substituïts per defecte –es posen quan no es pot presentar l'original– i llavors s'associen amb la falsedat. Aquesta actitud es fa molt evident en el

¹⁸⁸ Aquesta dispersió del patrimoni és comparable a arrencar els fulls d'un llibre, però ningú fins ara no se n'exclamava, com si acostuma a passar quan es malmet un volum imprès. Això demostra que la finalitat del museu decimonònic no era de tipus científic - comunicatiu, sinó polític i social.

cas de la RV ja que, quan reconstrueix monuments desapareguts o mal conservats, es valora molt perquè es considera que mostra una entitat inaccessible, el passat; però, en canvi, quan presenta objectes, es critica perquè està ocupant el lloc d'un original i, per tant, entra en conflicte amb la col·lecció. Això és conseqüència d'una concepció museogràfica que situa els objectes al centre d'un univers acotat per les parets del museu. La concepció de Malraux, en canvi, ens obre la possibilitat de desplegar la funció comunicativa del museu a través de diferents tipus de substituïts, entre els quals es troba la RV, que pot integrar i acomplir plenament les seves funcions. D'aquesta qüestió me n'ocuparé amb més profunditat quan ens centrem en el vessant museogràfic de la transmissió del coneixement al museu.

La visió de Corinne Welger-Barboza és totalment diferent. Segons ella, la dimensió documental del Patrimoni no es deriva de la noció filosòfica de virtualitat sinó de les característiques del suport informàtic, que permet descompondre tota la informació en codis numèrics i a partir d'aquí, emmagatzemar-la, modificar-la, reproduir-la o transmetre-la ràpidament gràcies a la interconnexió general dels aparells (Welger-Barboza, 2001: 8-9). Així, el component virtual deriva del fet que no es tracta d'un objecte físic, sinó que està contingut en una màquina i es manifesta sota una forma visual (Welger-Barboza, 2001: 121, 231). Aquest fet té conseqüències per l'Art, pel museu i per la forma d'apropiació de la producció artística: en el primer cas, difumina el límit entre Art i informació (Welger-Barboza, 2001: 9); en el segon, el museu com a lloc de presentació única d'objectes desapareix perquè –i arribem al tercer cas– el públic pot obtenir a casa seva imatges homogènies que podrà manipular, és a dir, que s'ha desproveït el patrimoni de materialitat, de singularitat i d'ubicació física.

Mentre que Bernard Deloche proposa una concepció filosòfica de la virtualitat, Corinne Welger-Barboza parteix d'una visió més tecnològica, per la qual cosa les relacions de causa - efecte que presenten l'un i l'altra estan, en comparació, invertides: per ell, el museu ja és una entitat relacionada amb el virtual i, per tant, no existeix espai per al conflicte amb la RV, per ella el museu es virtualitza a posteriori, com a resultat de la introducció de noves formes de comunicació digital i, més concretament, la imatge numèrica i l'estructura hipermedial¹⁸⁹, com a forma a mig camí entre el llibre i les bases de dades perquè implica la construcció d'un discurs a partir de fragments d'informació interrelacionats entre ells (Welger-Barboza, 2001: 64). De totes maneres, tampoc no es produeix un encontre frontal perquè les darreres tendències museogràfiques afavorien l'acceptació del nou discurs plantejat per les TIC, de manera que el museu s'està assimilant a un mitjà de comunicació que participa de les mateixes característiques que el Multimèdia (Welger-Barboza, 2001: 122).

L'avantatge d'un document o una estructura hipermedial és que presenta les informacions sota diferents formats –text, imatges, so– però, sobretot, que permet diferents vies d'aproximació al contingut. Tanmateix, l'opinió de l'autora és que aquest tipus de suport virtual no sembla apte per al museu perquè aquest se serveix de la materialitat per transmetre el coneixement mentre que la imatge ens limita a una aproximació purament iconogràfica (Welger-Barboza, 2001: 77). Tanmateix, el fet que es tracti d'imatges numèriques afegeix una nova possibilitat, la manipulació, que també

¹⁸⁹ Tot i que no parla exactament de RV i que, en molts casos, no estic d'acord amb la seva concepció de la virtualitat, el Ciberespai o el Museu Virtual, crec que algunes de les seves idees es poden aplicar a les reconstruccions virtuals atès el fet que aquestes estan formades per imatges numèriques i un dels seus principis de navegació més estesos –sobretot quan es tracta d'entorns multimèdia– són els *hiperlinks*.

va a l'encontre dels dissenys museogràfics basats en la simple contemplació. Diu l'autora (Welger-Barboza, 2001: 79):

“Et la virtualisation tant discutée des lieux et des espaces exige que l'on accepte de délaissier les vocabulaires et les syntaxes de l'optique, au profit de ceux de l'opération.”

En un sistema de RV, la imatge és la base de la transmissió de coneixement, però la veritable adquisició es produeix a través de la manipulació. Això mateix es pretén amb els nous dissenys museogràfics per a museus arqueològics i molt puntualment algun d'artístic¹⁹⁰, que desplacen la contemplació del seu paper preponderant i integren noves metodologies més interactives, com ara la descoberta, la manipulació d'artefactes, etc. Per aquest motiu les TIC no entren en conflicte amb les (noves) tendències museogràfiques sinó al contrari, permeten desenvolupar-les, ja que aporten un tipus específic d'interactivitat que, a més, posseeix un potencial metacognitiu que no es troba en altres sistemes (Welger-Barboza, 2001: 81). Tot i amb això, sembla que l'autora es mostri una mica desil·lusionada per les aplicacions reals (Welger-Barboza, 2001: 90):

“Le choix des productions didactiques préfabriquées manifeste une méprise, en quelque sorte. C'est l'interactivité qui est investie de propriétés pédagogiques, soutenue par la séduction spectaculaire des oeuvres d'art. Or, si apprentissage il y a, il doit être focalisé sur l'appropriation des savoir - faire documentaires. L'autonomie promise par les nouveaux outils ne prend sens que si l'on favorise l'acquisition de nouvelles compétences.”

Cal tenir en compte que el potencial metacognitiu és comú a totes les TIC emprades al museu, però cadascuna presenta unes propietats específiques. En el cas del Multimèdia, que és l'exemple en què l'autora basa tota la seva reflexió, la interactivitat no és “total”, sinó que es limita a la navegació a través de les informacions. En aquest cas, l'aprenentatge es produeix a través de la construcció d'una forma personalitzada d'apropiació de les dades. En canvi, la RV pot proporcionar, a més d'aquest mateix model però basat en una metàfora icònica, una interactivitat que podríem anomenar “total” perquè s'intenta que la relació amb la reconstrucció i el seu comportament siguin el més naturals possible. En aquest cas, la persona obtindria un guany cognitiu perquè ha transformat el model com a conseqüència de la seva acció. La interactivitat és completa perquè tant la persona com la màquina juguen un paper actiu, mentre que amb el Multimèdia només la persona és veritablement activa i l'aparell es limita a actualitzar a la pantalla fragments d'informació emmagatzemats a la memòria. Això en fa una bona eina per aprofundir els coneixements sobre un tema.

Malauradament, l'autora no pot apreciar aquesta distinció perquè, com a resultat d'haver adoptat una mala definició de RV, considera que es tracta només d'un “joc i distracció” que (Welger-Barboza, 2001: 108)

¹⁹⁰ Això no és cap novetat pels museus relacionats amb la Ciència i la Tècnica que, com a conseqüència de les seves pròpies característiques metodològiques, posseeixen una llarga tradició de dispositius interactius. En el cas de l'Art, aquesta intervenció més dinàmica és gairebé inexistent perquè el centre de totes les atencions són els originals, que es valoren per la seva dimensió estètica i, per tant, són intocables. L'Arqueologia es situaria a mig camí entre els primers i els segons perquè l'evolució metodològica generada per un debat de 40 anys ha portat a desenvolupar un vessant més interactiu, però en molts casos encara pesa molt la concepció artística original de la disciplina.

“...ne peut déboucher que sur une attraction ludique. L'utilisateur peut au mieux en espérer une délégation de soi dans un film d'animation interactif.”

Corinne Welger-Barboza parteix de l'assimilació de la RV amb el Ciberespai de William Gibson, una simulació perfecta de la realitat, totalment immersiva, realista i interactiva. Naturalment, com que la RV no pot acomplir aquestes expectatives, l'autora se sent decebuda i considera, com moltes altres persones vinculades als museus, que és un recurs frívol, incapaç d'assumir cap funció pedagògica (Welger-Barboza, 2001: 120). Aquesta mateixa percepció tecnològica de les TIC també condicionarà la seva concepció del MV. En lloc de ser una fita, una nova manera de treballar amb els substituïts, és el resultat de situar les col·leccions a la WWW i aprofitar les seves capacitats multimèdies. Naturalment, això ja supera el museu tradicional però desaprofita el potencial real de les TIC perquè, sobretot, segueix mantenint una estructura bàsica conservadora, en què els objectes continuen essent el centre de tot el discurs i només millora la forma d'explicar-los. El museu en línia es presenta com a substituït per defecte del real i, per tant, sempre portarà a la decepció. En paraules de Deloche, Welger-Barboza està confrontant el “Museu Virtual” –que ha transformat la seva concepció sobre els objectes, la comunicació, en definitiva, el joc dels substituïts– amb el “Cibermuseu” (Deloche, 2001: 254). Això és conseqüència d'haver partit d'una concepció estrictament tecnològica i demostra definitivament la limitació d'aquesta aproximació.

Però reprenem la nostra justificació teòrica de l'ús de la RV al museu des d'aquesta perspectiva més filosòfica o general. Un dels principals efectes de les TIC és que el Patrimoni esdevé un conjunt documental (Welger-Barboza, 2001: 281), és a dir, que substitueixen el tradicional gaudi estètic intuïtiu per la manipulació educativa i documental conscient. Això no és res estrany perquè, com ja vèiem anteriorment, André Malraux va facilitar el camí a través del seu “museu imaginari”, que integrava obres i formats molt diversos (Welger-Barboza, 2001: 282). Això ha permès que el museu transcendeixi la materialitat de l'edifici i dels objectes i esdevingui un compendi de coneixement (visual), objectiu, que, com ja ens ha explicat Deloche, posseeix precedents als s. XVII i XIX. La integració de les noves concepcions aportades per les TIC també s'ha vist afavorida gràcies a les tendències generades per l'aparició del concepte de Patrimoni i la legislació associada amb ell, que obliga a realitzar inventaris i facilitar l'accés al públic, com a destinatari d'aquells béns mobles i immobles. Les bases de dades i la democratització trenquen la visió elitista tradicional i inicien el camí de l'homogeneïtzació, el consum cultural i, conseqüentment, la banalització que tant temen alguns museus (Welger-Barboza, 2001: 292). L'Arqueologia no és, ni molt menys, aliena a aquest procés atès que, a diferència de l'Art, considera els artefactes pel seu valor documental, és a dir, com a aportador d'informació sobre les societats passades. Així doncs, aquesta funció documental no és res que les TIC imposin, sinó que el substrat format per la disciplina i el seu vehicle de comunicació tradicional –el museu– ja participaven d'aquesta concepció i, per tant, poden acceptar més fàcilment la solució específica proposada per les TIC.

Però això també s'adiu amb les tendències econòmiques dels darrers temps – generades pel desenvolupament del turisme de masses– que han portat a la creació d'una veritable indústria cultural. Aquesta indústria afavoreix una concepció documental del patrimoni, que es manifesta a través de diferents símptomes:

- Importància de les exposicions temporals i tota la política de gestió i ideologia d'actualitat que hi ha al darrera (Welger-Barboza, 2001: 285).
- Augment del nombre de consultes i de la circulació d'informació entre museus i amb les persones. El museu pateix un procés de permeabilització, igual que la resta de la societat (Welger-Barboza, 2001: 288).
- Concepció de l'exposició no com a simple mostra d'objectes d'una col·lecció, sinó com a medidora entre les informacions que contenen i el públic (Welger-Barboza, 2001: 285). Per això ara ja no s'exposen, simplement, els objectes sinó que es trien per transmetre una idea. D'aquesta manera, el pes del discurs passa dels objectes a la informació, fins el punt que els primers es converteixen en simples il·lustradors i poden arribar a desaparèixer.
- Importància de la botiga com a element principal, ja ni tant sols necessàriament consecutiu a la visita, de consum cultural (Welger-Barboza, 2001: 285).
- Desenvolupament d'una doble tendència dialèctica: homogeneïtzació de les reproduccions documentals, importància dels objectes originals (Welger-Barboza, 2001: 284). Aquesta és la causa que els museus d'Art es resisteixin a la massificació i banalització que imposa el format digital perquè conceben els seus fons com a creacions estètiques i, per tant, valuoses per la seva originalitat material. En canvi, els museus d'Arqueologia es situen a mig camí entre aquesta percepció negativa derivada de la concepció artística i el convenciment que es tracta d'objectes que tenen valor per la informació que aporten.

Així doncs, la transformació de les obres artístiques o arqueològiques sota les TIC està totalment d'acord amb la política de consum cultural desenvolupada recentment (Welger-Barboza, 2001: 286):

“Si l'on met en regard la montée en puissance du patrimoine comme ressource pour la consommation culturelle et le mode de fréquentation de masse que le musée tente d'instaurer, les propositions qui se rôdent sur les supports hypermédias, édités ou en ligne, prennent une résonance particulière. Le feuilletage documentaire des oeuvres par le regard issu du flux massifié traversant les salles d'expositions des musées, notamment avec le tourisme culturel, trouve sa traduction sur les nouveaux supports: ils objectivent la valeur iconique des oeuvres et la vertu pédagogique des informations associées; en outre, ils actualisent le patrimoine des oeuvres par leur disponibilité exhaustive, hors du temps et hors du lieu.”

Sota les TIC la “patrimonialització” ja no és sinònim de democratització de la materialitat, com ho havia estat fins fa pocs anys, sinó de transformació en un nou tipus de patrimoni digital, purament informatiu. En altres paraules, un “*Virtual Heritage*” en el sentit més literal de l'expressió. El principal inconvenient és que ho estem “patrimonialitzant” tot, fins i tot el nostre present, portats per la voluntat de preservar el més mínim gest per al futur i de comprendre'ns a nosaltres mateixos. Tot i que aquesta funció metacognitiva és bona per educar ciutadanes i ciutadans conscients i alhora construir o reforçar una consciència col·lectiva, crec que pot generar conseqüències

negatives a dos nivells. En primer lloc, la fixació del present i l'actualització del passat en un mateix entorn fora del temps i de l'espai provoca la desaparició del passat i la retractació del futur en benefici d'una suspensió temporal continguda en un present hipertrofiat (Welger-Barboza, 2001: 295). La compulsió patrimonial suscitada per la lògica inherent a les TIC –actualització de les informacions, exhaustivitat, etc.– fa que tot sigui permanentment actualitzable i, per tant, es fa molt difícil que quedi un pòsit cultural que fonamenti la realització social de les comunitats i existencial de les persones. El segon problema és que, com que tot és virtual, tot el nostre present pot desaparèixer, ja que, qui ens assegura que en el futur podran llegir totes les informacions que hem emmagatzemat? Això em suggereix una reflexió sobre l'estatus epistemològic de la Història i l'Arqueologia. Quan no es comparteixen els sistemes de comunicació és impossible comprendre el llegat documental i cal recórrer a l'Arqueologia per comprendre una societat. És el cas de les pintures paleolítiques o les escriptures il·legibles. Actualment, hem generat més documentació que en cap altre moment de la Història, però era precisament la materialitat l'encarregada de garantir la seva continuïtat. Els suports compactes, els servidors tenen una entitat física, però no pas la informació que hi ha a dins. Si en el futur no es poden descodificar els llenguatges informàtics que l'expressen, només l'Arqueologia –suposant que encara existeixi– podrà generar coneixement sobre la nostra societat, sobretot perquè ara, a diferència de les èpoques precedents, fem servir cada cop més materials no peribles. Serà possible que en el futur les relacions entre la Història i l'Arqueologia s'inverteixin? Això seria tema per un assaig molt interessant.

II.5.3.3.3. El vessant museològic

La secció anterior presentava una reflexió totalment filosòfica sobre què és un museu i la seva relació amb la RV. He volgut distingir entre el “marc general” i el vessant museològic ja que, malgrat que l'explicació el primer també forma part de la Museologia, aquí ja entrem en les qüestions de tipus pràctic, aquelles per les quals l'equip que dissenya o dirigeix un museu se sent més directament interpel·lat. Tanmateix, com que el procés explicatiu ens porta del general al particular, en aquesta secció encara apareixeran idees generals, igualment pròpies de la Museologia, perquè és la disciplina filosòfica encarregada d'elaborar la teoria relacionada amb el museu com a institució i la seva funció en la societat (Deloche, 2001: 254). En aquesta secció ho enfocarem des de la perspectiva concreta del Patrimoni com a bé cultural i social, la qual cosa situa la RV en el rol d'intermediària entre les restes arqueològiques i el públic. Com que això determina, a un nivell més concret, les solucions museogràfiques, la següent secció es dedicarà al repàs de les qüestions tècniques del muntatge i l'experiència de l'exposició.

En opinió de Maurizio Forte, el resultat de la reconstrucció del paisatge és la musealització del territori, és a dir (Forte, 2002: 38),

“to re-create an eco-cognitive context of connected information”.

De la lectura d'altres articles d'aquest mateix autor (Forte, 2002; Forte i Franzoni, 1998; Forte, Pietroni *et al.*, 2002), es dedueix que fa servir el terme “musealització” en sentit ampli, és a dir, com a sinònim d'interpretació, d'aprehensió del paisatge però amb un matís patrimonial. El fet de prendre possessió intel·lectual del paisatge ja està

destinat a la seva divulgació o comunicació i per això ho anomena “musealització”. Perquè, a més, es tracta d’un espai que conté informacions, objectes, idees, sensacions... en definitiva, tot allò que es troba en un museu tradicional, però també en el sentit desenvolupat a partir de les TIC. Per tant, la musealització implica un segon context, el present. Així, la RV és un llenguatge per codificar el territori i transmetre’l al públic. Aquesta traducció és característica dels interessos i circumstàncies de cada moment històric i és, precisament, l’acte de la codificació el que actualitza el paisatge, el que li confereix el seu valor des del punt de vista social i cultural. En el cas concret del museu, la RV realitza una operació temporal per la qual uneix els dos contextos associats a l’objecte: el passat –el moment històric de la seva producció, ús i abandonament– i el present –la utilitat o significat dins la societat actual, és a dir, el vessant “patrimonial”.

La funció museològica de la RV també es pot abordar des de la perspectiva contrària, és a dir, com a conseqüència i no pas com a origen. La majoria d’autors i autores (Aquilué, Bases *et al.*, 2002: 286; Barceló, 2002b: 21; Callebaut, 2002: 179; Economou, 1999; Fernández Ochoa i García Díaz, 2002: 272; Fuldain, 2002: 275; Lledó, Gutiérrez *et al.*, 2002: 293; Ortiz i Castillo, 2002: 262) han assenyalat, com a punt de partida de les seves propostes, una característica específica de les restes arqueològiques i és que no són immediatament comprensibles per part del públic no especialitzat. Davant d’aquesta realitat, la RV es presenta com una forma de millorar la transmissió de coneixement arqueològic. El projecte “*Ename974*” (Callebaut, 2002) es pot prendre com a exemple de les diferents vies per les quals la RV aconsegueix aquesta funció:

- El seu potencial per oferir imatges realistes, que comuniquen informació històrica i són verificables. En el cas de la RA l’impacte comunicatiu és major perquè la reconstrucció s’aixeca sobre les restes a escala natural i es troba integrada en l’entorn (Callebaut, 2002: 182).
- Es pot integrar en un sistema multimèdia que, combinant diferents formats de comunicació –àudio per les explicacions, imatges i música per l’ambientació–, millora qualitativament i quantitativament la transmissió d’informació.
- *In situ*¹⁹¹ o a través d’Internet, garanteix l’accessibilitat a un monument tancat per raons de conservació o perquè està en procés de restauració. Callebaut (Callebaut, 2002: 183) expressa la seva opinió al respecte afirmant que, com que les restauracions es financen amb diners públics, un cartell no és suficient perquè la gent entengui la seva “inversió”. La RV és actualitzable i permet mostrar el progrés dels treballs així com visualitzar el futur resultat final. Però el més important és que la combinació de la difusió *in situ* i a la xarxa evita la interrupció del contacte entre el públic i el Patrimoni.

En conclusió, la RV es pot considerar la darrera generació de recursos per divulgar les activitats arqueològiques a la comunitat. Però cal anar amb compte perquè imposa la

¹⁹¹ *Ename* és un exemple dels nous híbrids que sorgeixen en RV: és una solució a mig camí entre la RA i la RV tradicional, que podríem anomenar “RA estàtica” perquè es superposen les imatges virtuals a les restes, però des d’un punt immòbil, fixat al jaciment (quiosc). Atès que el món virtual no es mou amb el/la visitant sinó que li ve imposat, una solució és crear una ruta de quioscs per poder recórrer tot el jaciment. Les rutes poden ser diferents en funció del tipus de visitant. Heus aquí la flexibilitat del sistema, però en aquest cas no és totalment computacional sinó que depèn del recorregut triat, com passa en la visita als museus tradicionals. Constatem que *Ename* és, efectivament, una solució mixta, tant des del punt de vista museogràfic com de la RV.

lògica pròpia de les TIC: el museu esdevé un node de comunicació en què la col·lecció és secundària i, per tant, desapareix la seva funció com a garant de l'accés a determinat patrimoni cultural. Ara, l'accessibilitat queda substituïda per la difusió, més pròpia dels mitjans de comunicació de masses, en què es perd el contacte amb l'objecte de coneixement a causa de la presència d'un intermediari omnipresent (Welger-Barboza, 2001: 131). Deixant de banda els efectes negatius d'un dels possibles usos de la RV, aquesta constitueix un canal de comunicació entre els/les especialistes i els/les que no ho són. Això hauria de ser possible gràcies al fet que, a diferència dels recursos anteriors, la RV no només exposa idees preconcebudes –en el sentit literal del terme– sinó que també proporciona les eines amb què s'ha obtingut aquest coneixement (Welger-Barboza, 2001: 130). Així, l'adquisició de coneixement es situa a mig camí entre el joc i la descoberta i queda legitimada pel fet que es pot considerar anàloga als procediments que fan servir els/les especialistes. Tot això són temes que aniran sorgint més endavant, especialment quan ens ocupem de l'aprenentatge.

La RV també fa més fluida la seva relació amb el Patrimoni: si la comunitat l'entén més, el valora més i, conseqüentment, s'hi interessa més, és a dir, el visita i s'hi involucra. És així com el Patrimoni, a través de la RV, esdevé focus econòmic i referència simbòlica, amb el qual contribueix a la creació d'una identitat. Aquesta és una qüestió molt important: quin paper juguen les TIC com a transmissores d'un coneixement que, en el fons, contribueix a conformar una identitat col·lectiva? Modificarà els models tradicionals? Es tracta d'un debat que ha aparegut massa puntualment en l'àmbit de les CAA, de la mà, precisament, de les escoles de pensament més properes a l'Arqueologia social (Campo, 2003). La primera conclusió que se n'extreu és que, immediatament, sorgeix una oposició entre dos elements: d'una banda, la RV com a expressió d'una forma de re-construir el passat i Internet com a vehicle per democratitzar-la; de l'altra, l'acadèmia, que reclama la seva autoritat intel·lectual, tem la banalització i concep la virtualitat d'aquestes innovacions tecnològiques com una oposició a la realitat, és a dir, esbiaixades, no autèntiques.

Ja he expressat en un altre lloc (Pujol, 2002a) que aquesta oposició no existeix perquè tan virtual és la concepció del passat com les imatges que se'n reproduïxen. El coneixement sobre el passat que ens transmeten els i les especialistes depèn del seu context personal i històric, així com del marc teòric i metodològic que ha guiat la investigació. Així doncs, no es pot considerar una veritat objectiva absoluta. I és d'aquí d'on es nodreixen els "usos" –polítics, socials i culturals– que en fa la societat i que li confereixen el seu vessant patrimonial. La RV és una via més de transmissió d'aquest coneixement, per tant, una contribució a aquests "usos" que, per la seva dimensió material, també està esdevenint patrimoni. Un exemple de la utilitat dels models virtuals és la reconstrucció d'algunes sinagogues destruïdes pels nazis l'any 1945 (Grellert, 2003). La divulgació d'aquestes reconstruccions documentades a través de textos i fotografies té com a finalitat la recuperació de la memòria històrica d'una comunitat concreta i, per tant, és una forma de reforçar la percepció interna i externa de la seva identitat. La RV és ideal per posar imatges a una determinada concepció del passat i, en realitat, és el que fem encara que no s'expressa explícitament ni es fa evident perquè el pas del llenguatge natural al visual li proporciona versemblança. Aquesta relació entre la virtualitat i la identitat l'únic que fa és evidenciar l'essència constructiva o, més aviat, re-constructiva de l'Arqueologia: n'és una conseqüència adaptada als temps de la Societat de la Informació.

II.5.3.3.4. El vessant museogràfic

II.5.3.3.4.1. Introducció

La Museografia agrupa el conjunt de tècniques i pràctiques relatives al funcionament dels museus (Deloche, 2001: 254) i, més concretament, les tècniques diverses que permeten l'optimització de la comunicació comprensiva (Hernández Cardona, 1998). Aquesta definició abasta qüestions tan diverses com la il·luminació, el disseny de les vitrines, la gestió de les exposicions, l'aprenentatge, les característiques del públic, etc. Per aquest motiu he decidit organitzar les informacions que puguin involucrar la RV seguint un esquema simplificat del procés de comunicació. Plantejant-ho en termes tradicionals, el primer apartat s'ocuparà de les qüestions relatives a l'emissor, és a dir, l'exposició i, especialment els objectes, atès que les reconstruccions virtuals estan relacionats amb ells per diferents camins; el segon apartat, correspondrà a les receptores, les persones, per analitzar de quina manera la RV s'adapta a les seves característiques i necessitats. Això proporcionarà una visió no gaire aprofundida però sí més panoràmica sobre diversos aspectes implicats en una qüestió tan àmplia com és la museografia.

II.5.3.3.4.2. L'exposició

La RV com a eina museogràfica

En el context del museu, la RV esdevé un recurs museogràfic destinat a explicar els objectes –o el passat, depenent de la concepció museològica o arqueològica subjacent– i està condicionada per la seva doble naturalesa: com a imatge i com a reconstrucció, és a dir, com a substitut. La imatge virtual és un substitut de la realitat perquè proposa un tipus de representació icònica i dinàmica que, per aquestes característiques, està més propera a ella i, per consegüent, pot actuar en el seu lloc. I això sembla especialment adequat al museu per dos motius: el primer, perquè l'exposició també transmet el seu missatge per via principalment visual i l'arribada de les TIC ha atorgat una nova importància a la imatge com a mitjà de comunicació; el segon, perquè, com hem vist en establir el marc general de l'ús de la RV en el context de l'exposició, aquesta ja posseeix una llarga tradició de comunicació a través dels substituts.

Tant en un vessant com en l'altre, l'ús de la RV parteix d'una premissa bàsica: la consideració de la imatge com a representació / interpretació de la realitat. El terme "interpretació" conté una doble connotació: científica i museològica. Aquesta segona fa referència a una forma específica d'exposició que consisteix en la comunicació d'un significat concret del Patrimoni a través de la presentació d'un conjunt d'idees estructurades, en contraposició a la simple exhibició d'objectes originals (Flon, 2002: 226). L'augment d'aquests substituts als museus d'Història, Arqueologia o d'Etnografia per tal de contextualitzar els objectes originals presenta una considerable significació epistemològica, ja que el substitut posseeix alhora un valor reproductiu, expressiu i, per consegüent, interpretatiu. És d'aquesta manera com assistim a la transformació del concepte de museu i del paper del / de la visitant: l'exposició esdevé un lloc d'opinió i

debat en què el públic adopta un paper actiu de construcció de coneixement (Flon, 2002: 226). I la RV pot jugar un paper important en aquesta comprensió emocional, sensible, i no pas purament racional dels continguts, perquè, gràcies a la seva interactivitat, permet que el/la visitant experimenti directament el fenomen.

Tanmateix, aquesta funció de la RV presenta un problema en relació amb la autenticitat, entesa des de dos punts de vista diferents: científic i ontològic. En el primer cas, com que es tracta d'una imatge, l'autenticitat o veracitat de la RV queda restringida a l'aspecte purament visual (Mosaker, 2001: 7). Però, com parlar d'autenticitat quan les descripcions sobre el passat són interpretacions del present, és a dir, pures construccions culturals? En quina referència ens basem per comparar i jutjar si el passat ja no hi és? En aquest cas, com ja hem vist anteriorment, la veracitat es basa en la correcció visual, és a dir, en el detallisme realista, la qual cosa és no només un error sinó també perillosa perquè la gent accepta inconscientment que allò que esta veient és LA veritat, atès que les seves percepcions visuals són cada cop més versemblants. I podríem afegir que és pot ètica perquè, sovint, models molt més senzills poden aportar molta més informació, poden contenir models diversos per mostrar diferents teories o, a través de la interactivitat, poden traslladar a l'usuari/ària les eines per construir el seu propi coneixement. El segon tipus d'autenticitat és la que té a veure amb els originals (Mosaker, 2001: 8), ja que la creació de còpies cada cop més perfectes visualment ha desestabilitzat el paper tradicional dels objectes originals.

Com veurem seguidament, del paper de la RV com a imatge i substituït es deriven diverses conseqüències que constitueixen diferents vies de reflexió profunda. Per raons de claredat del discurs, les he simplificat en tres categories principals però, com es podrà apreciar durant la seva lectura, totes estan estretament lligades.

La RV com a substituït analògic i analític

Tal com vèiem a l'apartat que presentava el marc general de l'ús de la RV al museu, Malraux va tancar la discussió sobre els substituïts demostrant que, en el fons, tot el museu ho era, ja que substituïa el context original dels objectes per un altre d'artificial, destinat a una finalitat comunicativa i, més concretament, didàctica, estètica, etc. Per tant, un substituït no s'ha d'entendre com una falsificació, sinó com element museogràfic essencial perquè permet conèixer millor els objectes, sense fer-los malbé. En altres paraules, la RV actua com a signe, ja que un signe és, segons Umberto Eco (Eco, 1991: 22),

“Cualquier cosa que pueda considerarse como sustituto significante de cualquier otra cosa. Esa cualquier otra cosa no debe necesariamente existir ni debe subsistir en el momento en que el signo la represente.”

Posar un substituït, una representació, en lloc d'un original implica una interpretació prèvia i permet afegir-hi una nova dimensió experimental, didàctica o artística, que no seria possible si es manipulessin els objectes reals perquè aquests estan lligats a condicions de preservació molt estrictes (Deloche, 2001: 186). I, naturalment, en aquesta època de consumisme cultural, també aconsegueix una finalitat comercial [(Gluzinski, 1985), citat a (Flon, 2002: 227)], perquè permet que les persones se n'enduguin rèpliques sota formats diversos, que acompliran novament una funció

didàctica o artística i, per tant, la prolongaran fora del museu. En qualsevol cas, aquesta assimilació funcional del substitut amb el signe reforça, des d'una altra perspectiva, la validesa de l'enfocament semiòtic que guia aquest treball.

Els substituts poden agrupar-se, segons Bernard Deloche, en tres categories:

- **Substituts per defecte:** presents al museu des del seu naixement, tenen com a funció mostrar (i preservar) un original quan aquest no és accessible (Deloche, 2001: 189). En opinió de Deloche, no són més que eines annexes, al servei d'una museografia conservadora, que no posa en qüestió ni la identitat ni els objectius del museu considerats fonamentals fins fa relativament poc temps, que són la conservació i exposició de les col·leccions (Deloche, 2001: 189).
- **Substituts analògics:** el seu objectiu és reproduir l'aparença sensible de l'original (Deloche, 2001: 193). Això genera una paradoxa ja que la substitució es basa en la semblança però, com que aquesta mai no serà idèntica a l'original, el substitut analògic queda a mig camí entre la categoria anterior i la següent, que sí posseeix una funció específica, basada, precisament, en la distància icònica.
- **Substituts analítics:** el seu objectiu no és restituir l'aparença sinó evidenciar l'estructura interna mitjançant un procés d'interpretació previ (Deloche, 2001: 196). Per tant, l'important aquí no és pas la semblança sinó, al contrari, la diferència. Les bases de dades dels museus constitueixen un primer exemple de substitut analític, ja que reproduïxen les col·leccions posant l'èmfasi en altres aspectes –descriptius, administratius, relacionals, tipològics etc.– que no es troben visibles en els originals però que són portadors de gran quantitat d'informació afegida (Deloche, 2001: 198) i que, en el cas de l'Arqueologia és essencial perquè, precisament, construeix el coneixement a partir dels diferents tipus d'associacions establertes entre diferents categories d'objectes.

Com a substitut analògic, la RV forma part, juntament amb altres fórmules expositives –per exemple, els diorames– que contextualitzen les restes a través de l'analogia visual, del que Montpetit [(Montpetit, 1996: 58), citat a (Flon, 2002: 227)] ha definit com a “museografia analògica”:

“The analogical museography is a process to exhibit to the visitors originals or copies, set up in a precise setting, so that all these objects form a total image, that is to say constitute a reference, by resemblance to a specific place and reality outside the museum, in a situation that the visitor is likely to recognize and that he perceives as being the source of what he is seeing.”

Els diorames provenen d'una tradició museogràfica que arrenca al s. XIX i que tenia com a objectiu portar a la societat europea “civilitzada” imatges exòtiques però molt acurades d'altres paisatges i cultures amb una finalitat didàctica comparativa (Moser, 1999: 96-99, 100-101, 102). En el cas de l'Arqueologia, els primers diorames es van construir el 1933 al Museu d'Història Natural de Chicago i, sota la influència dels anteriors, mostraven escenes de diferents períodes prehistòrics. Els diorames arqueològics serveixen per transmetre una determinada interpretació sobre el context original dels objectes (James, 1999: 117), és a dir, que ofereix una imatge molt

versemblant (però estàtica) del passat. Igual que les reconstruccions virtuals, els diorames ofereixen una impressió de versemblança i d'objectivitat que, possiblement, augmenta en comparació amb les primeres, perquè aquests no posseeixen el vessant manipulatiu sinó que es presenten com a recreacions a escala 1:1, amb objectes reals, persones que reproduïen accions i relacions socials manllevades a les actuals, i estan situades a una certa distància de l'espectador/a. Però els diorames no són objectius, sinó que es tracta d'una interpretació i això implica una tria sobre quin vessant es mostrarà, que normalment es basa en criteris de dramatisme escènic (Moser, 1999: 99).

En el marc de l'analogia, la RV es pot considerar una icona, un signe basat en la semblança o l'analogia entre el significat i el que representa (Flon, 2002: 227). Però, en comparació amb els altres recursos expositius, posseeix una especificitat i és que la seva analogia no és únicament visual sinó també funcional. Gràcies a la interactivitat, allò que perd en immersivitat i sensorialitat ho guanya en possibilitat de manipulació per construir el propi coneixement¹⁹². Tanmateix, l'ús més habitual de la RV es manifesta com a continuador de la tradició iniciada pels diorames. El VH representa el vessant analògic del substitut perquè emfasitza el realisme visual i la comprensió intuïtiva; i comparteix amb els diorames diverses característiques descrites per Stephanie Moser (Moser, 1999: 110-111):

- Posseeix una gran capacitat de representació concreta, amb la qual cosa fixa imatges sobre el passat.
- És estàtic i, per tant, no permet la representació d'alternatives.
- El nivell de detall exigeix una recerca científica important però la presentació visual té més aviat a veure amb la creativitat artística perquè mai no es mostra cap element –com per exemple indicadors dels nivells de certesa de la reconstrucció– que pogués alterar l'harmonia estètica del conjunt.
- La seva evolució actual demostra aquesta tendència a assimilar-lo als diorames, ja que s'intenta introduir-hi persones.

Tanmateix, la RV supera els diorames, i les persones encarregades del disseny museogràfic de les exposicions en són molt conscients ja que, a triar entre uns o altres, es decanten per la tecnologia. Els motius? Perquè els diorames es veuen passats de moda, no estan dotats de moviment, són cars de realitzar, no es poden actualitzar i contradiuen les tendències museogràfiques actualment de moda, que defugen la concepció del públic com a receptor passiu de veritats tancades (Moser, 1999: 111). És aquest darrer element el que porta Simon James a distingir entre les il·lustracions tradicionals emprades per l'Arqueologia com a mitjà de comunicació i les presentacions computacionals interactives. Si hem de seguir la seva opinió, el terme "reconstruccions virtuals" és incorrecte perquè "reconstrucció" es refereix a les interpretacions visuals estàtiques i planes que tenen com a objectiu la contextualització dels objectes (James, 1999: 118). En qualsevol cas, la formulació de totes aquestes qüestions porta necessàriament a una reflexió sobre la concepció de l'Arqueologia, ja que la realització d'imatges sobre el passat evidencia els límits epistemològics de la disciplina i obliga a triar què es dibuixa i què no. En aquest sentit, la iconicitat no serveix els objectius de la

¹⁹² Un estudi de públic comparatiu des de la perspectiva de l'estratègia comunicativa permetria d'evidenciar si aquesta peculiaritat aporta algun benefici.

New Archaeology perquè només es pot representar allò que es coneix realment; en canvi, les Arqueologies postmodernes mantenen una major flexibilitat interpretativa, que legitima la presentació o construcció d'imatges subjectives, explicitant sempre aquest darrer adjectiu.

Malgrat els avantatges i les crítiques esmentats anteriorment, els estudis demostren que els diorames segueixen tenint molt d'èxit entre el públic i probablement es deu a la confluència de diversos factors, com ara el fet que la gent hi troba escenes properes a la seva realitat –perquè reflecteixen implícitament les concepcions de cada època–, un major nivell de realisme (Moser, 1999: 112), la seva immersivitat i l'impacte visual resultant. En aquest sentit, només la RVI s'hi podria apropar una mica, però les seves capacitats tecnològiques encara no són prou satisfactòries. En tot cas, això aixeca una consideració que també és vàlida per la RV: cal tenir molt present l'impacte visual de les imatges, que és immediat i inconscient, i fixa concepcions del passat que no són innòcues. Tothom és molt conscient de la dimensió interpretativa del llenguatge verbal i a l'escola s'emfasitza especialment aquest tipus d'aprenentatge, però no es té en compte que l'aprenentatge humà més bàsic es realitza a través d'imatges i que també cal aprendre el seu funcionament implícit (James, 1999: 122), especialment quan, tradicionalment, el museu i, darrerament, la nostra societat en general es comuniquen a través d'imatges. Si s'utilitza la imatge com a eina didàctica principal cal tenir molt present que en el text el missatge està molt més guiat, mentre que en les imatges l'adquisició és més inconscient i lliure i, per tant, es basa en el coneixement previ –els prejudicis– de cadascú (James, 1999: 123).

El VH es pot considerar un exemple de museografia analògica i, pel fet de provenir de la RV, que és essencialment manipulativa, evidencia les limitacions dels substituïts analògics: no va més enllà de l'aparença superficial. De totes maneres, això no és sempre negatiu ja que, per exemple, en el cas de la RVI permet introduir al museu una realitat que no cabria dins les parets del museu i, per tant, ja suposa un avantatge respecte de les simples fotografies o les descripcions textuais. Però la RV és, fonamentalment, un substituït analític perquè reuneix la interactivitat i la capacitat de manipulació d'imatges pròpia dels ordinadors. Això la porta a superar l'estadi de la simple imatge i la converteix en un model, en el sentit experimental i heurístic del terme, la qual cosa no només posseeix implicacions de cara a la disciplina sinó que, en opinió de Simon James (James, 1999: 130), és la clau per aconseguir que els museus (arqueològics) siguin veritablement interactius. En virtut de la seva doble dimensió, com a imatge i com a simulació interactiva, la RV posseeix la capacitat de parlar a públics molt diversos i familiaritzar-los amb el procés d'interpretació arqueològica. Per altra banda, la capacitat de manipulació no només hauria d'augmentar la capacitat de comprensió sinó que efectivament redueix la importància de l'objecte perquè evidencia la seva inutilitat cognitiva i revela la veritable naturalesa (fetitxista) de la seva presència al museu (Deloche, 2001: 190). Aquesta és una qüestió que tractaré amb més profunditat al següent apartat.

El substituït analògic està mancat d'utilitat cognitiva i l'analític ha perdut la dimensió sensible intuïtiva que l'apropava a l'original (Deloche, 2001: 206) i que és imprescindible en el cas d'aquells fragments de realitat –com les obres d'art– que no són discretitzables (Deloche, 2001: 208). Això demostra que són recursos museogràfics complementaris però, sobretot, que la RV pot ser el substituït ideal perquè, a més de mostrar i preservar, integra, gràcies a la virtualitat, els dos vessants: l'icònic intuïtiu –en

les imatges– i l’estructural i manipulatiu –en les regles de funcionament intern del món virtual. Ja ho diu Bernard Deloche (Deloche, 2001: 193):

“Le substitut idéal serait celui qui assurerait la synthèse de l’apparence sensible (le clone ou simulateur d’effets) et de son principe explicatif (le génome).”

Per altra banda, la virtualitat pot temperar el poder fixador de les imatges, atès que permet mostrar, sense gaire esforç, alternatives diverses i/o el procés interpretatiu de les dades que ha portat a aquell resultat. Per tant, el museu rep l’ajuda d’una eina visual i interactiva com la RV, que evidencia els problemes subjacents a les concepcions tradicionals del museu i de l’Arqueologia, i demostra la necessitat de transformar-les, es faci o no a través dels recursos específics que ella aporta. La meua opinió és que pot contribuir a la comprensió del procés de recerca arqueològica i això és important, no pas perquè sigui fonamental acumular coneixements enciclopèdics sobre aquesta disciplina sinó perquè és un mitjà per comprendre la societat actual. Des d’aquesta perspectiva, la funció del museu, com a instància comunicativa de l’Arqueologia amb el gran públic, no s’acaba amb la visita sinó que l’experiència que proporcionen els diferents recursos museogràfics ha de servir per preparar el contacte amb els objectes, és com una lliçó prèvia de gramàtica per comprendre el paper del Patrimoni (arqueològic) en el passat i, conseqüentment, en el present.

La relació amb els objectes: cara i creu d’una mateixa realitat

Actualment coexisteixen dos tipus principals de museus. Els més habituals són aquells en què les persones encarregades del comissariat defineixen un missatge que cal transmetre i, amb aquest objectiu, es dissenyen un conjunt de recursos interpretatius destinats a facilitar el desxiframent i la comprensió per part del públic visitant. El segon tipus es una pervivència dels grans museus decimonònics, en què el més important és la col·lecció, i les explicacions, afegides posteriorment, estan dirigides a atorgar un significat coherent a tot el conjunt de peces. En tots dos casos, els recursos expositius consisteixen en objectes, texts, imatges i sons però ara s’ha introduït al museu una nova generació d’eines comunicatives –entre les quals es troba la RV– que responen a la tendència iniciada fa un any de deixar als i les visitants una major llibertat d’exploració i construcció del propi coneixement per tal que la seva experiència al museu sigui més activa, motivadora i perdurable.

La diferència entre els dos tipus de museu exposats en el paràgraf anterior és l’estatus museogràfic dels originals: si són la finalitat o bé un element explicatiu més. Però, en qualsevol cas, és difícil imaginar –tot i que s’ha dut a terme– un museu d’Arqueologia sense objectes ja que, entesos en sentit ampli, constitueixen la base de l’explicació arqueològica. Per tant, ja sigui en relació als objectes o a les idees que guien l’exposició, la RV manté, juntament amb la resta de recursos expositius, una relació dialèctica amb els objectes que permet contextualitzar-los a dos nivells: en la seva funció original, dins el marc de la societat que els va crear i utilitzar, i en la seva utilitat present, és a dir, en el seu marc científic i cognitiu per tal de comprendre com contribueixen a la interpretació del primer.

Afirma Callebaut (Callebaut, 2002: 184), referint-se al museu d’*Ename*, que és un dels pioners en l’ús de la RV com a recurs interpretatiu en jaciments musealitzats:

“The goal of the museum [...] is to present the heritage of a living community to local residents and outside visitors in an accessible and engaging way. To that end, innovative interactive, multimedia, and Virtual Reality applications have been placed in the museum to complement and enrich the traditional artifact displays and introductory film.”

La funció del museu és integrar tots els recursos patrimonials del territori en un discurs coherent format d'objectes relacionats amb el seu context. La RV aconsegueix la doble tasca de vincular els objectes amb els respectius contextos i alhora ajudar a construir un discurs museogràfic que expliqui la seva interrelació i transformació al llarg del temps. Per exemple (Callebaut, 2002: 184),

“At Ename, technology is not regarded as an end in itself, but as a powerful tool to help visitors better understand both the individual object and its place in a wider and more meaningful past.”

En aquest cas, l'objecte es presenta com a centre del discurs i la RV aconsegueix una funció contextualitzadora; però, en el cas de museus no tradicionals, en què no s'està condicionat per l'objecte, la RV no té per què estar al seu servei, es poden transmetre idees, sensacions, etc. i un dispositiu tecnològic de simulació pot ser molt útil. Així doncs, la RV és un mitjà de comunicació que, en el marc del museu, adquireix una funció museogràfica precisa, complementària dels recursos més “tradicionals”. Pot servir per:



- Reconstruir la forma dels objectes.
- Vincular-los al context original.
- Relacionar diversos objectes o idees de l'exposició a través d'un discurs coherent però no necessàriament lineal.
- Mostrar el funcionament d'una màquina o mecanisme.
- Proporcionar més informació sobre un tema de manera personalitzada.
- Reproduir la metodologia arqueològica.

Aquestes funcions estan ordenades al llarg d'un continu de més visualització a més manipulació. La situació dins aquesta línia és força independent del tipus d'interfície – tot i que hi ha certes associacions més adequades– perquè és una conseqüència directa del grau d'interactivitat del sistema i ens mostra, un cop més, la importància d'aquest concepte. Una altra possibilitat d'aplicació, com apuntava abans, és la reproducció d'històries personals a partir dels objectes. Per exemple, a *Ename* hi ha una experiència interactiva anomenada “*Feast of Thousand Years*”, que combina la reconstrucció a escala real, el vídeo i els objectes. Permet relacionar l'objecte triat amb el seu context històric a través del punt de vista d'un personatge contemporani (Callebaut, 2002: 184). Aquesta versió sofisticada de les representacions teatrals té molt d'èxit perquè la gent se sent atreta per les anècdotes reals, que reflecteixen l'experiència viscuda per avantpassats seus. La versió en RV és, segons Roussou (Roussou, 2002: 99), posar persones a les imatges, que humanitzin el context. També hi ha exemples amb avatars o guies virtuals de la visita, però el més corrent és que siguin imatges estàtiques i, per tant, l'empatia és mínima.

Cal tenir molt present que aquesta fórmula expositiva reflecteix una concepció de la Història com a narrativa, en què els objectes reflecteixen les vivències personals que els han involucrat. Tanmateix, potser de vegades cal sacrificar el rigor científic a la pedagogia, sempre que quedi ben clar que allò tampoc no és cap veritat objectiva, sinó una forma de fer Història o Arqueologia. Perquè, actualment, els museus han descobert en les “històries de la història” una forma molt rendible de connexió amb el públic i obliden, enduts per aquest èxit comunicatiu, que el problema dels coneixements transmesos per canals massa “realistes” –vista, emotivitat– és que s’assumeixen com a realitats i queden fixats de manera gairebé definitiva. Sigui bé per via empàtica, seguint una concepció postmoderna de l’Arqueologia, bé per via més tradicional, seguint una concepció materialista cultural o empirista, la transmissió del coneixement al museu ha de mostrar el seu vessant interpretatiu i relativista, que les dues formes anteriors han oblidat pel camí.

Una altra possibilitat d’ús de la RV, normalment sota la forma de RA, és considerar el jaciment com un objecte i fer servir la tecnologia virtual com a eina de contextualització del propi jaciment. Precisament, aquest és l’objectiu del Projecte *MUSE (MUseum and Site Explorer)* que estaven duent a terme la Universitat de Bolonya i l’empresa Boconsult: crear una eina que s’adapti al context social i cultural de cada visitant i li permeti explorar els continguts culturals o els jaciments arqueològics (Malavasi, Sforza *et al.*, 2002: 231). I és que la visita de jaciments arqueològics planteja una problemàtica molt específica, inherent a l’excavació i la presentació al públic no especialista (Ancona, Dodero *et al.*, 2002: 195-196):

- L’excavació d’un jaciment arqueològic comporta una destrucció selectiva, en funció dels objectius i de les característiques del terreny. Per tant, el que la gent veu no és la superposició original dels estrats i això dificulta la comprensió de l’evolució temporal de les restes.
- Un mateix assentament ha pogut ser ocupat per diferents grups humans durant períodes de temps continus o discontinus. La comprensió d’aquestes relacions espacials i temporals no sempre es fa evident a través de l’estratigrafia del jaciment arqueològic.
- Un jaciment arqueològic només representa una petita part de l’ocupació humana d’un territori i es fa molt difícil la seva contextualització sincrònica i diacrònica.
- Els objectes arqueològics recuperats s’extreuen del jaciment i s’emmagatzemen en un museu, de manera que pot resultar difícil entendre la funcionalitat de les restes arquitectòniques.
- Les ruïnes i els objectes arqueològics són el resultat material d’una dinàmica històrica passada. La inferència d’aquesta a partir dels primers no és directament perceptible, sobretot per qui no domina les regles del “llenguatge” arqueològic.
- Les característiques dels jaciments arqueològics imposen que la informació presentada al públic durant la visita sigui necessàriament sintètica i estandarditzada i imposi una aproximació al passat fragmentària, passiva i estàtica.

En opinió de Massimo Ancona *et al.*, totes aquestes característiques provoquen una conseqüència molt negativa i és que els jaciments arqueològics perden públic davant recursos culturals més modernitzats. Per això, l'objectiu del *PAST Project* es pot considerar essencialment patrimonial, en el mateix sentit que *Ename974*: revitalitzar el patrimoni arqueològic a través de l'ús de les TIC, perquè milloren la comprensió dels jaciments i fan les visites més atractives (Ancona, Dodero *et al.*, 2002: 196). Un altre exemple de la utilitat de la RA és el cas del jaciment neolític de *Paso di Corvo* (Ancona, Dodero *et al.*, 2002: 197), situat a la regió turística de *Foggia* (Itàlia). De quina manera la informació virtual millora la qualitat de la visita? Doncs funciona com un guia humà –dirigeix cap a un lloc o ofereix explicacions puntuals–, però és millor perquè en temps real presenta informació en diferents formats –gràfic, textual, auditiu–, mostra els objectes del museu en el seu context arqueològic o relacionat amb altres jaciments i pot adaptar-se als interessos expressats per la persona que realitza la visita. A més, aquesta queda guardada, de manera que pot servir per realitzar estudis de públic o perquè la gent s'endugui la seva visita a casa i, d'aquesta manera, es reforcin els coneixements adquirits al jaciment.

En conclusió, la RA jugaria un paper important en la transformació de la visita tradicional al museu. I això per diverses raons. En primer lloc, les arquitectures del *MUSE*, del *PAST* o de *l'ARCHEOGUIDE*¹⁹³, que són molt similars, proporcionen assistència permanent a la persona, sense que la presència d'un dispositiu tecnològic resti llibertat a la seva visita. Fins i tot es pot afirmar que la visita està menys conduïda que en els museus de disseny tradicional, perquè la informació rellevant es mou sempre amb la / el visitant. A més, aquesta informació no és idèntica per tothom, sinó que s'adapta al perfil de l'usuari o usuària (Ancona, Dodero *et al.*, 2002: 197; Malavasi, Sforza *et al.*, 2002: 231). Tot i que l'aspecte logístic –posició de la persona, visualització de les dades, etc.– encara requereix dispositius poc pràctics, la idea que guia les recerques és aconseguir, precisament, la màxima integració de la personalització en el disseny de l'exposició per tal d'acomplir un ideal aparentment impossible: fer un museu que satisfaci tots els sectors de públic, tant des del punt de vista del grup com individual.

Fins aquí hem vist la percepció més positiva de l'ús de la RV com a eina museogràfica, normalment defensada per persones vinculades a la recerca arqueològica o informàtica que presenten projectes aplicatius. Totes aquestes característiques invocades com a arguments favorables han servit també per mostrar els efectes negatius de les TIC a l'exposició. En aquest cas, les persones implicades han estat en contacte directe amb els museus, ja sigui perquè han recollit les impressions de l'equip directiu o bé perquè han realitzat estudis de públic que matisen l'entusiasme dels autors i autores anteriors.

Anticipo aquí que la majoria d'aquestes opinions negatives, ho són perquè es basen en una concepció museogràfica que situa els objectes al centre de l'univers expositiu. El debat sobre l'estatus dels objectes existeix des del s. XIX: ja llavors alguns conservadors proposaven que el més important des del punt de vista didàctic eren les informacions que es volien transmetre a través dels textos i els objectes es presentaven com a simples il·lustracions complementàries; en contraposició a aquesta idea, la

¹⁹³ Vegeu (Pujol, 2002a: 84-88).

fórmula que va triomfar va ser la dels qui creien que els objectes originals constituïen la font de coneixement essencial del museu i que qualsevol altre element interpretatiu els pol·luïa (vom Lehn i Heath, 2003: 6).

Una de les interfícies que més crítiques ha rebut és el PC o la pantalla plana perquè crea un espai actitudinal i cognitiu al seu voltant que interfereix de manera massa visible en l'experiència expositiva habitual. Per això, moltes vegades les pantalles es limiten a un audiovisual precedent al recorregut per les sales o bé, en el cas d'interfícies interactives, es situen en un espai apartat. En aquest sentit, la RA està pensada per ser un assistent personal discret, que afavoreix la lliure exploració de les sales i que, en principi, està supeditada als objectes. La prova és que alguns museus d'Art han introduït *PDA*s perquè són petits, són mòbils i permeten que les persones triïn diferents pautes de visita, per exemple, en funció d'un tema o d'un autor. La persona se situa davant de l'obra i l'aparell li mostra la informació associada a aquell ítem. Malgrat això, els *PDA* produeixen el mateix efecte que les estacions fixes: acaben substituint els objectes perquè la gent passa molt de temps manipulant l'aparell i arriba un moment que, en lloc de comparar l'objecte real amb la informació de la pantalla, només es miren l'objecte virtual, tot i estar parats davant del real (vom Lehn i Heath, 2003: 7-8). Per tant, contràriament al que es pretenia, la RA no estimula l'examen de l'objecte real, sinó que acapara tota l'atenció dels i les visitants. I això és degut, paradoxalment, al fet que aquest recurs expositiu reforça la importància de l'objecte perquè emfasitza la relació unívoca entre la persona i l'original, en lloc de concentrar-se en les possibles interpretacions (vom Lehn i Heath, 2003: 13, 14).

La relació de la RV amb els objectes és doblement negativa: en primer lloc, pel simple fet de ser un substitut ja és percebuda amb malfiança i menyspreu per una societat que valora els objectes per la seva bellesa estètica i antiguitat; en segon lloc, perquè s'estableix una dicotomia entre els substituïts tangibles –els tradicionals– i els virtuals –sorgits dins el marc de la Societat de la Informació–, que planteja noves qüestions, fins ara irrellevants, com és la distinció entre els objectes i el passat. La RV pot reconstruir sensiblement els objectes presents i llavors es veu com una intrusa perquè aquesta funció purament descriptiva / contemplativa interfereix en el gaudi de l'original. En altres paraules, la noció de substitut que es té és la del substitut per defecte i no pas l'analític. Però, en canvi, també pot substituir el passat, mostrant una imatge d'un monument o també d'un objecte desaparegut i llavors es valora positivament perquè ofereix imatges d'una realitat inaccessible però anhelada. I aquí és on s'està falsejant la realitat perquè, en primer lloc, l'Arqueologia no pot oferir imatges tan completes del passat i, en cas que es mostri la imatge d'un monument, s'està confonent el veritable objectiu de la disciplina.

El text no es percep tan negativament perquè la seva abstracció deixa marge per a la imaginació de les persones i no té un poder fixador tan gran com les imatges. Per això, mentre que el text acompanya i complementa els objectes, la RV entra en competició amb els objectes reals, perquè s'intenta posar una imatge –una representació– en lloc d'una altra imatge –la nostra percepció de l'objecte– que està situada, jeràrquicament, en un nivell superior. Les imatges entren en conflicte amb els objectes perquè se suposa que aquests parlen per ells mateixos, però en realitat aquesta comunicació implícita només es produeix si les persones disposen del bagatge cultural necessari per fer-les receptives: el llenguatge dels objectes també s'ha d'aprendre (James, 1999: 126-127). La desconfiança envers les imatges prové de la concepció museològica / arqueològica

subjacent: molts museus encara consideren que la seva funció no és interpretar sinó mostrar les col·leccions perquè, suposadament, això els eximeix de qualsevol responsabilitat científica (James, 1999: 126). En el cas de la RV això s'accentua perquè, per la seva dimensió manipulativa, la interpretació ja no la fa el museu sinó que es deixa en mans... del públic no expert! Per això les reconstruccions virtuals o els *hands-on* s'associen amb els jocs infantils i la manca de credibilitat.

Per tant, el problema de fons no es troba tant en l'ús o no de la RV sinó en la concepció prèvia sobre la funció de l'exposició i el paper que hi juguen els objectes. Normalment, el museu adquireix autoritat social a través del control de dels objectes que es mostren i les formes d'aprehensió (Casey, 2003: 2). Encara avui hi ha molts exemples d'exposicions en què el significat cultural sorgeix *a posteriori*: els objectes es trien pel seu valor o interès visual i totes les tècniques museogràfiques s'enfoquen cap aquí (Casey, 2003: 7). Conseqüentment, si els objectes són importants, la RV s'hi ha de supeditar al màxim, a través d'interfícies encara més discretes que els *PDA*, totalment integrades a l'espai expositiu, és a dir, pròpies de la RH, les possibilitats de la qual encara s'estan explorant. Però si, en canvi, els objectes només són un recurs interpretatiu més, llavors es situen al mateix nivell que la RV i, en principi, no hi ha conflicte perquè, fins i tot, arriben a desaparèixer. Per tant, es podria establir una evolució en la concepció de l'objecte arqueològic, que passa per tres fases successives: l'objecte com a art, com a document –és la més estesa actualment– i, finalment, com a signe. L'adopció definitiva d'aquest darrer, al qual es resisteixen els museus, permetria acceptar plenament la coexistència amb la RV. Això no obstant, en aquest cas, caldria evitar de caure en l'error de pensar que la tecnologia és EL recurs definitiu perquè no pot representar persones i accions com ho faria un text o, millor encara, una representació en viu. Per tant, la RV no és apta ni per un model expositiu ni per l'altre; cal trobar una tercera via, que respongui a les capacitats inherents a la RV, en lloc d'intentar copiar solucions preexistents. La RV serveix per mostrar relacions espàcio-temporals dinàmiques, la qual cosa és molt adient per l'Arqueologia, ja que aquesta disciplina basa les seves explicacions en aquest tipus d'informacions.

Però llavors, malauradament, topem amb la concepció subjacent a l'Arqueologia, encara massa propera a la contemplació artística i massa poc a la metodologia científica. Amb aquesta afirmació, la meua intenció no és imposar a la disciplina un objectiu epistemològic que potser no li correspon, sinó aportar un exemple museogràfic per reivindicar el paper “experimental”, és a dir, interpretatiu de l'Arqueologia. De la mateixa manera que els museus de la Ciència no posen un àtom dins una vitrina sinó que mostren les tècniques i els mètodes que ens ajuden a comprendre què és i com actua, l'Arqueologia no pot transmetre a les sales dels museus la impressió que proporciona coneixement detallat i irrevocable sobre el passat. No deixa de ser sorprenent que les Ciències Naturals, que suposadament són les úniques capacitades per aportar coneixement objectiu i veritable, siguin, precisament, les que expliciten tota una metodologia que demostra el seu caràcter interpretatiu i experimental; en canvi, una disciplina humanística com l'Arqueologia, subjectiva, interpretativa, s'entesta a mostrar-se com a posseïdora de veritats absolutes. Perquè les primeres se senten orgulloses del seu caràcter experimental/interpretatiu, mentre que això mateix acomplexa l'Arqueologia? La resposta a aquesta qüestió ja ha aparegut dins el capítol dedicat a la concepció de l'Arqueologia, en relació amb el seu estatus epistemològic. Una altra explicació possible és que no es tracta d'una opció innocent, estrictament relacionada amb el coneixement, sinó que darrera hi ha una intenció política, atesa la

importància –mai prou explicitada públicament– de l'Arqueologia i la Història com a constructores d'identitats socials.

En tot cas, no és la RV qui podria acabar eliminant els objectes, sinó les tendències museogràfiques iniciades fa uns anys i que les TIC no han fet sinó reforçar. L'evolució de les pràctiques museogràfiques demostra que, progressivament, s'ha produït una inversió en els papers de la persona i l'objecte. El museu sempre ha estat un lloc d'interpretació però, mentre que en el museu tradicional aquest rol l'acomplia la persona davant l'objecte aïllat, en el museu contemporani aquesta responsabilitat ha passat a la institució (Casey, 2003: 13). Això es fa molt evident si tenim en compte l'evolució des de l'exposició que només mostrava objectes, fins a les històries vivents – en què les activitats interactives estan pensades per produir respostes previsibles (Casey, 2003: 14)–, passant pel format més habitual, en què es presenta una dialèctica entre objecte i interpretació visual i, per tant, s'estableix un equilibri entre el paper del/de la visitant i el de l'exposició. En aquest procés no només s'ha modificat el rol de l'emissora i el receptor/a sinó també el de l'objecte: en el museu tradicional, la persona marxava a casa amb una noció de l'objecte; ara, s'enduu una experiència de la seva interpretació i actuació (Casey, 2003: 15). Per tant, a mesura que augmenta l'activitat interpretativa del museu, també disminueix l'estatus de l'objecte, la qual cosa porta a concloure que la tendència a la “desmaterialització” de l'exposició i del museu –pensem en el Museu Virtual– és anterior a l'arribada de la RV.

La por envers la RV és injustificada i només demostra el seu desconeixement perquè, precisament, el que fa és reforçar el paper dels originals segons les concepcions més tradicionals. Per la seva virtualitat, la RV és un mal substitut analògic o per defecte, ja que li manca una de les dimensions fonamentals de l'objecte: la materialitat. L'objecte és un element únic, insubstituïble, perquè només ell –i el context associat– és portador de totes les informacions que en puguem extreure. Per tant, la RV el protegeix i el complementa i, per tot això, augmenta l'aura de sacralitat que sempre l'ha envoltat. A més, com imatge, la RV no proposa res que no existís ja a l'exposició, atès que, tradicionalment, només ens hem pogut acostar als objectes a través de la contemplació i, per tant, no aprofitàvem totes les seves característiques sinó que funcionaven com les imatges. Així doncs, la RV suposa un avantatge perquè ens permet realitzar totes les accions que voldríem aplicar directament sobre l'original i el seu context, sense el perill de fer-lo malbé. Des d'aquesta perspectiva, els motlles –que es presenten al museu des del s. XIX com a eina pedagògica i preservadora– serien millors que la RV perquè reproduïxen l'aspecte superficial de l'objecte en totes les seves dimensions, fins i tot la tangible, en lloc de limitar-se a simular algunes informacions perceptives. Així que, en certa manera, l'escàndol davant la RV és injustificat perquè els motlles complien ja en els inicis del museu, una síntesi entre la funció analògica i l'analítica (Deloche, 2001: 210-211) que actualment pot realitzar la RV com element integrant de la darrera generació de recursos museogràfics.

Per aquest motiu cal tenir en compte les característiques inherents a la tecnologia computacional i no atribuir-li funcions que no pot complir de manera òptima. No serveix de res que la RV es limiti a mostrar objectes, s'ha d'aprofitar el potencial que ofereix la virtualitat i el càlcul –en comparació amb substituïts fixats per la matèria– per convertir-la en un substitut alhora analògic i analític, és a dir, una eina interpretativa que contextualitzi els objectes, els expliqui i mostri el procés mitjançant el qual s'han assolit aquelles conclusions i quines són les possibles alternatives. I això és aplicable, fins i tot,

als museus d'Art. Acabem amb les paraules de Bernard Deloche (Deloche, 2001: 213-214):

“Ainsi, la manipulation moderne de l'image réalise-t-elle de façon plus méthodique et plus féconde à la fois les ambitions de l'art (manipules de façon illimitée des formes et des espaces à titre expérimental), et l'opération d'abstraction contrôlée qu'ébauchait déjà, mais sans s'en douter vraiment, le musée traditionnel par la “décontextualisation” qu'il imposait aux produits de l'art. Cette “décontextualisation” n'était qu'un simple cas particulier, l'un des multiples aspects possibles de la manipulation d'image que les techniques récentes ont désormais rendue possible. L'image ainsi traitée n'est qu'un premier pas vers un apprentissage de la maîtrise des espaces par la simulation.”

La relació amb els altres recursos expositius

Fins aquí hem vist la relació més aviat difícil entre la RV i els objectes, que resulta d'un mal ús de la RV i alhora d'una concepció museogràfica i arqueològica anterior que atorga als objectes originals un paper fonamental. Però, en la seva introducció al museu, la RV també entra en contacte amb altres intermediaris comunicatius i és per això que aquí analitzaré la seva relació amb els altres recursos museogràfics dins el marc del recorregut, dels usos i de la contribució a la construcció del significat global.

Un dels principals problemes de la introducció de la RV al museu és que, segons la seva ubicació en l'espai (Jovet, 2003: 5), trenca la tradicional linealitat de la visita (vom Lehn i Heath, 2003: 6). I ho fa de dues maneres, que podríem caracteritzar com a formal i de contingut. En el primer cas, crea al seu voltant una àrea d'activitat paral·lela a l'observació dels objectes. Això implica dues coses: que s'interposa entre els originals i el públic i que, per la seva interactivitat, genera unes actituds emotives i corporals que encara avui són considerades incorrectes dins el context intel·lectual i contemplatiu de l'exposició. Pel que fa al contingut, les reconstruccions virtuals navegables o els Multimèdia contenen un discurs propi, autònom, que trenca el fil conductor general de l'exposició. Naturalment, aquest fet és negatiu partint de la premissa que la forma ideal d'exposició ha de conduir els i les visitants a través del missatge expositiu de forma pautaada, lineal i progressiva. Aquesta és la concepció que havia guiat fins ara els dissenys de les exposicions arqueològiques, ja fos seguint un ordre cronològic de disposició dels objectes en els museus més convencionals, o bé fent un recorregut per la reconstrucció de York al s. IX a l'interior d'un vehicle automòbil. Tot i que la forma narrativa lineal es considera la més adequada per l'aprenentatge, l'arribada de les TIC ha traslladat la hipertextualitat a les sales dels museus i, per aquest motiu, els patrons de recorregut previstos pel disseny han evolucionat des de la conducció total a la lliure exploració de l'espai i els continguts (vom Lehn i Heath, 2003: 6). L'exemple més paradigmàtic seria la introducció de la RA a través dels *PDA*, que hem vist a l'apartat anterior.

Un altre problema es deriva del mal ús de la RV com a eina expositiva. L'adopció de les TIC en l'àmbit de la comunicació cultural encara és molt recent. Per altra banda, com a conseqüència de la pressió del públic i de la competència comercial dins el sector de l'oci, els museus es veuen obligats a adoptar les TIC per tal de fer la visita més atractiva. Però, en el millor dels casos, no s'acaba d'entendre la seva utilitat i, més aviat

es percep amb menyspreu i desconfiança perquè ocupa el lloc preeminent que correspondria als anteriors protagonistes de l'exposició. Per això, fins i tot en les exposicions de creació més recent, la RV es superposa al discurs definit a la manera tradicional, com si hi hagués una obligació o una necessitat. D'aquesta manera, el/la visitant es troba a l'exposició com en un mercat: ha de triar el que més li agradi d'entre una oferta de recursos interpretatius que van del més tradicional al més sofisticat. Amb això no vull negar la utilitat de la presència de diferents modalitats comunicatives, ja que es complementen per reforçar el discurs i adaptar-se als diferents estils cognitius; el problema no rau en la varietat sinó en el nivell d'integració de la RV, que no acaba de trobar el seu lloc en molts museus, especialment aquells que parteixen de concepcions museogràfiques més antigues.

Una altra qüestió és que, en paraules de Viviane Jovet (Jovet, 2003: 7), la RV acaba essent víctima del seu propi èxit mediàtic: es considera molt atractiva per la seva interactivitat però després s'infrautilitzen les seves capacitats tant lúdiques com pedagògiques. La gent s'hi apropa, atreta per la novetat tecnològica, però aquest gest no sempre acaba portant a la manipulació, ni tan sols superficial, de l'aparell (Jovet, 2003: 5). En el cas en què sí es consulta, poques persones en fan un ús adequat, pel seu contingut pedagògic, sinó que es limita a un tempteig motor de les respostes de la màquina (Jovet, 2003: 5). Naturalment, un factor determinant és el grau de familiaritat amb la informàtica i, especialment, amb les noves formes de navegació pels documents multimèdia. Però, segurament, el principal problema és que el propi públic percep aquest recurs com un element complementari, destinat a la il·lustració o a l'exploració més lúdica (Jovet, 2003: 6).

En conclusió, les TIC pateixen una dificultat d'integració en el discurs expositiu perquè es tracta d'una eina específica, un mitjà de comunicació autònom situat dins un altre mitjà de tipus contextual, que és l'exposició, i que ja compta amb altres recursos totalment adaptats. Les conclusions de l'estudi de públic realitzat per Viviane Jovet demostren que els problemes d'integració conceptual per part de l'exposició i del públic es deuen al fet que les TIC comporten una complexitat derivada de les seves especificitats com a mitjà de comunicació (Jovet, 2003: 2, 9):

- És un suport museogràfic que convoca diferents registres: objectes, imatges, text, àudio...
- És una tecnologia recent, que necessita una forma d'utilització específica: observació, interactivitat, eines de navegació, interfície...
- És un mitjà de comunicació regit per dos nivells d'escenarització: el seu i el de l'exposició.

Per reduir aquest conflicte cal, en primer lloc, definir clarament el seu rol a l'exposició, en funció del domini de coneixement i de la concepció museològica subjacent. I després, actuar principalment en dos nivells: el primer, fer que l'ús es naturalitzi i la interfície esdevingui invisible, perquè l'aparença externa és un dels

principals vehicles d'individualització¹⁹⁴; el segon, cal que els continguts estiguin més relacionats amb l'entorn per tal que contribueixin a la construcció general de significat.

Conclusions: el paper de la RV dins el museu d'Arqueologia

La reflexió sobre la RV com a recurs museogràfic, juntament amb les evidències empíriques aportades pels estudis que s'han realitzat fins ara, han permès de mostrar quins són els pro i els contra de l'ús de la RV a l'exposició. Des d'un punt de vista general podem afirmar que, bona part dels conflictes amb els museus d'Arqueologia es deuen al fet que la RV es situa a la cruïlla d'interessos i demandes de cinc grups diferents (Sanders, 2001). El primer són els/les professionals de les disciplines històriques, que necessiten una eina acurada per comprendre i mostrar el passat amb la mínima especulació possible. El segon són els museus, que necessiten eines d'interpretació adequades als nous corrents museogràfics i pedagògics però sense posar en entredit l'estatus tradicional dels objectes. El tercer grup són les escoles i els/les professionals de l'educació, que estan interessats en nous materials que puguin enriquir l'experiència educativa a tots els nivells. Aquesta és una demanda molt complexa perquè significa que són tan importants els continguts com la forma, que han de satisfer tots els requisits de l'aprenentatge formal però proposant una solució alternativa. El quart grup és el de totes les persones relacionades amb la informàtica, als quals interessa el desenvolupament tecnològic, el detall de les reconstruccions, provar noves interfícies, etc. i, per tant, no es fixen tant en les restriccions cognitives o epistemològiques. Finalment, tenim la potent indústria de l'oci, que posseeix molts diners per dur a terme recerques que augmentin la capacitat interactiva i el realisme de les reconstruccions però que, en general, dirigeixen els seus esforços a crear productes competitius, és a dir, que garanteixin experiències impactants en detriment de qualsevol rigor científic o consideració psicològica. És evident que tot això genera un desajust entre les expectatives, els productes i les capacitats reals de la RV, que només pot acabar en confusió i conflicte.

Què aporta la RV, en comparació amb els altres recursos museogràfics, que sigui especialment indicat per als museus d'Arqueologia? Les seves capacitats es poden aprofitar en dos àmbits: el museu i el jaciment, és a dir, els dos principals contextos museogràfics associats amb l'Arqueologia, determinats per la presència o absència del context arqueològic real. En el primer cas, potser la millor aplicació és la RA perquè és una solució mòbil, personalitzable i, sobretot, que no eclipsa¹⁹⁵ les restes ja que en aquest tipus de RV l'important és el món real i no pas el virtual (Granollers, Lorés *et al.*, 2002: 267). Amb aquest objectiu, superposa una capa d'informació multimèdia a les restes i, alhora, contribueix a reforçar la idea que estem explicant la metodologia arqueològica bàsica i no pas reconstruint el passat. Perquè, al meu entendre, la comprensió de les restes és un objectiu important però de segon ordre o, dit d'una altra manera, elemental: és la sintaxi bàsica de l'Arqueologia, que cal conèixer com a requisit

¹⁹⁴ En tots els sentits, aïllament de l'aparell i també de la persona, ja que els ordinadors estan pensats per l'ús individual mentre que la visita al museu és una experiència social. Veurem aquesta qüestió en l'apartat dedicat a les i els visitants.

¹⁹⁵ Aquesta és l'afirmació de l'equip que dissenya el prototip, però hem de recordar les conclusions de vom Lehn i Heath sobre l'ús de PDA en museus d'Art (vom Lehn i Heath, 2003). Un cas similar al dels Vilars és l'ARCHEOGUIDE a Olímpia (Vlahakis, Karigiannis *et al.*, 2001) i els seus autors no han remarcat cap inconvenient en aquest sentit, però també s'ha de dir que no han realitzat cap avaluació rigorosa.

previ per comprendre d'on surten les explicacions arqueològiques relatives al passat sinó, sobretot, al present. L'explicació de les restes d'un jaciment no ha de presentar-se perquè sí, no ha d'esgotar-se en la descripció del propi jaciment, sinó que ha d'estar en relació amb una problemàtica arqueològica i/o museològica general. Per exemple, la reconstrucció virtual de l'església cruciforme del s. VI que es troba al subsòl de la Plaça del Rei de Barcelona no ha de servir únicament perquè el/la visitant entengui quin era el seu aspecte i la seva relació amb els altres períodes representats en aquella estratigrafia horitzontal; la seva funció hauria de ser la comprensió del vocabulari bàsic amb què l'Arqueologia contribueix a explicar l'evolució de la trama urbana de Barcelona en aquest sector, presentada per qüestions plantejades en el present, com ara: "per què la nostra catedral està situada aquí, tan desplaçada del centre de la ciutat romana, si és allí on hi havia el recintes dedicats al culte?" Un exemple que s'aproparia a la proposta que acabo de realitzar és el de les termes romanes de Campo Valdés (Fernández Ochoa i García Díaz, 2002), a Gijón, ja que la descripció del jaciment s'inclou dins una problemàtica major que és l'explicació de les característiques específiques de la romanització de la zona atlàntica, però encara hi faltaria la vinculació amb la realitat present, perquè molt probablement les diferents formes d'aculturació romana al Mediterrani i l'Atlàntic han condicionat diferències encara perceptibles avui dia.

El segon àmbit d'aprofitament de les capacitats de la RV és el del museu, en què, normalment, s'acostuma a presentar un discurs sobre el passat il·lustrat per objectes arqueològics. La contextualització dels objectes és un dels imperatius dels museus arqueològics actuals i la RV –en totes les seves modalitats– hi pot contribuir de diverses maneres. A nivell general, la RVI i les solucions semi-immersives són ideals per "encabir" tot un jaciment entre les quatre parets del museu i proporcionar una idea global del lloc d'on provenen els objectes. El *WoW* sense interactivitat pot servir per mostrar el funcionament d'enginyers tecnològics concrets o altre tipus d'explicacions que depenguin de les transformacions temporals. Altra vegada, la virtualitat permet introduir a l'exposició explicacions de baix nivell d'abstracció que serien impossibles si es realitzessin físicament i són poc pertorbadores des del punt de vista museogràfic perquè no s'interposen en la fluïdesa del discurs expositiu.

Però què passa quan activem la seva capacitat de relacionar elements de forma visual i no lineal, és a dir, quan intentem integrar la RV i la resta d'elements de l'exposició? En aquest cas fem el que s'anomena "*link* contextual" (Ancona, Doderó *et al.*, 2002: 199). Això es pot realitzar davant d'estacions estàtiques o bé movent-se pel propi entorn de l'exposició. La RA incrementa la utilitat dels "*links* contextuais" perquè aquesta relació es pot establir sense representacions intermediàries i en temps real, davant de qualsevol objecte o estructura. Naturalment, això és en detriment de la concepció tradicional de l'objecte com a entitat aïllada que cal venerar. Com demostrava el *PAST Project* (Ancona, Doderó *et al.*, 2002), la RV proposa una nova forma de visita al museu perquè pot combinar la visita física tradicional amb la navegació espàcio - temporal que interessa a l'Arqueologia. Semblava impossible però gràcies a la virtualitat, a la creació d'un entorn alternatiu –en aquest cas un "*augmented environment*"– confrontat al real, la gent pot entendre la relació entre l'espai, el temps i els objectes als museus arqueològics.

Per tot això, i seguint les noves concepcions museogràfiques, la RV obliga el públic a participar activament en les interpretacions i a qüestionar-se les seves idees prèvies comparant-les amb les imatges o evidències que se li presenten. Aquesta és la veritable

interactivitat entre subjecte i objecte i no pas les activitats motores que proposen moltes exposicions. Contràriament al que pugui semblar, les tendències museològiques actuals només propugnen i desenvolupen un cert tipus de participació del visitant, més relacionada amb la manipulació d'artefactes que no pas amb la construcció activa de coneixement; una postura molt convenient per a l'Arqueologia, com ja esmentava quan comparava el seu estatus epistemològic i social amb el de les Ciències experimentals. Els i les visitants ja no es limiten a contemplar objectes sinó que exploren, reviuem, manipulen... però cal tenir en compte que, paral·lelament, el museu també decideix cada cop més quina és la interpretació que es transmet. Així doncs, actualment coexisteixen dos models de relació entre visitant i exposició: un en què el museu ofereix una interpretació totalment "mastegada" i desplaça linealment el/la visitant per aquesta visió particular –el cas més extrem seria el *Jorvik Viking Centre*, a York– i un en què el/la visitant experimenta amb l'Arqueologia, realitzant les mateixes accions que els/les professionals de l'Arqueologia i veient-los/les realitzar-les de veritat –com passa a l'*Archaeological Resource Centre*, un exemple gairebé únic però igualment paradigmàtic, també a York.

La introducció de la RV ha evidenciat aquesta dualitat i també que la comunicació al museu es produeix a través de la interactivitat (cognitiva). Els estudis de Psicologia cognitiva demostren que les persones categoritzen el món no pas per les qualitats inherents de les coses sinó a través de la interacció amb elles (Casey, 2003: 16). Per tant, el significat de l'exposició ja no està lligat als objectes sinó que es crea a partir de la interacció entre la persona, el missatge i el museu (Casey, 2003: 16). Això és especialment adequat per l'Arqueologia entesa segons l'enfocament interpretatiu i social que he defensat anteriorment, i la RV hi pot contribuir perquè la seva interactivitat respon precisament a aquesta concepció metodològica bàsica. Així, les TIC poden expandir la narrativa del museu més enllà dels murs arquitectònics, relacionant els continguts amb els interessos socials i polítics externs. Malauradament, ni les concepcions museològiques i arqueològiques permeten aquesta relativitat interpretativa ni, en relació directa amb això mateix, proporcionen una interactivitat il·limitada, més enllà de la simple tria d'opcions, perquè el context de l'exposició és un sistema tancat (Casey, 2003: 16). La transformació d'aquesta realitat no depèn de la tecnologia, sinó de modificar l'estatus del públic perquè passi de ser un consumidor a ser un productor. Però, això és molt difícil perquè el museu obté i manté el seu rol social i cultural a partir de l'autoritat que li confereix la comunicació unidireccional (sota l'aparença d'una major llibertat d'actuació i adaptació dels discursos a la diversitat del públic).

Això no significa que els museus que hem conegut fins ara hagin de desaparèixer. Només constato que actualment conviuen diferents models de museu i que, de la mateixa manera que les noves tendències pedagògiques i socials van mostrar les mancances del museu burgès del s. XIX, la dialèctica que ara genera la introducció de les TIC evidencia les limitacions del museu "interpretador", excessivament "paternalista", que ha caracteritzat el darrer terç del s. XX. Això és visible no només pels conflictes que es produeixen a la sala amb els objectes i els altres recursos expositius, sinó també per l'aparició de formes més radicals de museu, que només la virtualitat computacional fa possible, tot i que la idea ja existia anteriorment. L'exemple més paradigmàtic és el MV en el veritable sentit del terme, no pas el que mostra panoràmiques i informació de les seves sales, sinó aquells en què la materialitat ha desaparegut i les persones construeixen literalment amb les seves experiències, com ara

el vell “*Networked Art Museum*” (Loeffler, 1994). És així com el museu aconsegueix veritablement la seva funció educativa social: la tecnologia no disminueix la legitimitat del museu, sinó que permet que es socialitzi el valor simbòlic dels objectes perquè posseeix la capacitat de recollir les accions i interessos individuals, tot mantenint la identitat comunitària (Casey, 2003: 18, 20). Per tant, les TIC poden aprofundir en la desmaterialització de la cultura i el museu¹⁹⁶, i proposar un nou espai conceptual, caracteritzat per noves formes d’apropiació per part del públic: multidireccionals, veritablement interactives, i coherents amb la realitat epistemològica i la funció social de l’Arqueologia.

II.5.3.3.4.3. Els/les visitants

La visita com a experiència immersiva

Actualment, assistim a una nova fase del procés de renovació museogràfica en què apareix una nova figura: la museografia immersiva. Aquest tipus de mediació sorgeix a la confluència entre dos àmbits: d’una banda, els jaciments musealitzats, ecomuseus, parcs temàtics, etc., que converteixen o recreen tot un entorn com a espai de visita; d’altra banda, les TIC i, molt especialment, el videojoc que, gràcies al realisme gràfic i la interactivitat, atrapen els usuaris i les usuàries a través de simulacions excitants. L’èxit d’aquestes dues propostes d’oci ha portat els museus més tradicionals a adoptar-ne algunes solucions per tal de millorar l’experiència dels visitants. Com a conseqüència, si abans la comunicació al museu es basava en l’esquema tradicional, que situa el museu com a emissor i el/la visitant com a receptor/a d’un discurs i, per tant, interposa una distància entre ells, ara es tracta de situar la persona al cor del tema presentat i, en lloc d’explicar-l’hi, fer-l’hi viure (Belaën, 2003: 4). La difusió d’aquesta solució en diversos museus, especialment de ciències, ha portat alguns autors a parlar d’un nou paradigma museogràfic: a diferència dels anteriors, que presentaven, respectivament, els objectes i el saber, ara es tracta de plantejar situacions centrades en el punt de vista de la / del visitant, que despertin sensacions i, per tant, siguin interactives i provoquin experiències memorables (Belaën, 2003: 5).

La noció d’immersió, doncs, és pertinent en aquest apartat perquè es troba present en diferents elements que entren en contacte en aquesta part de la meua recerca: és una de les característiques definidores d’un cert tipus de RV; s’ha convertit en un nou factor dins els dissenys museogràfics dels museus actuals; i, a més, les TIC formen part del conjunt de recursos posats en funcionament per millorar les experiències museogràfiques en aquest sentit. Florence Belaën es refereix als museus de ciències, però la seva recerca també concerneix els d’Arqueologia i, potser encara amb més motiu, ja que la concepció de la disciplina fa que l’explicació del passat adopti la forma d’una recreació, de la qual s’han encarregat, com hem vist a l’apartat anterior, diorames, maquetes, dibuixos i, darrerament, les reconstruccions virtuals.

La immersió al museu s’estableix mitjançant tres principis (Belaën, 2003: 6-7). En primer lloc, el tema de l’exposició esdevé un univers. Això té conseqüències sobre dos elements fonamentals: els coneixements a transmetre, que es tradueixen al llenguatge material, espacial; i el missatge, que es dramatitza. En segon lloc i, a diferència del

¹⁹⁶ La importància de l’objecte i la forma d’apropiació que se’n deriva, el consum, era pròpia de la filosofia burgesa.

teatre, el/la visitant no és exclòs de l'espai escènic, sinó que, al contrari, se li assigna un rol en tot el procés. Finalment, perquè l'experiència tingui sentit, cal que l'univers es presenti com un tot coherent i tancat. Així doncs, la immersió proposa una experiència que, com en el cas de la RV, aïlla la persona del món exterior i, a través d'una experiència intel·lectual, sensible i emocional, l'apropa a un fragment específic de la realitat, que és emfasitzada amb finalitats pedagògiques i/o d'entreteniment.

Com s'aplica tot això als museus d'Arqueologia i quin paper hi juga la RV? Vegem una cosa darrera l'altra. En el seu projecte de recerca, Florence Belaën va establir una tipologia de solucions museogràfiques en funció de dos paràmetres: la lògica de representació del domini de referència i el grau d'integració de la persona (Belaën, 2003: 7). En el primer cas, apareixen tres possibilitats, de cadascuna de les quals es deriva, respectivament, una concepció museogràfica diferent (Belaën, 2003: 8):

- El domini de referència existeix o ha existit i es tracta de reproduir-lo de la manera més exacta possible. Per tant, la representació es basarà en les característiques de la realitat externa i l'objectiu serà que les persones la reconeixin en els intermediaris expositius.
- El domini de referència no existeix fora de l'exposició i, per tant, la lògica de la representació és endògena. Tot el significat es construeix a partir de la semàntica definida per la sintaxi expositiva.
- El domini de referència existeix o ha existit, però no es pretén reproduir-lo exactament, sinó interpretar-lo. Per tant, la lògica de la representació es basarà en la combinació dels dos models anteriors.

El cas que ens interessa a nosaltres és el primer perquè és el més habitual en Arqueologia i genera, com a forma expositiva més característica, la reconstrucció – virtual o no–, que es troba dins la prolongació de la museografia analògica, que ja he explicat a l'apartat anterior. El darrer cas, el de la interpretació, també guarda alguna relació amb la RV ja que tots dos poden funcionar segons un principi metafòric, en què els elements visibles no porten informació per la seva pròpia naturalesa sinó con a representació d'un altre contingut en virtut d'alguna relació entre aquesta informació i la seva forma visual. Així doncs, la RV participa en la voluntat d'oferir experiències immersives perquè està capacitada per introduir al museu simulacions interactives, realistes i envoltants d'un fragment de la realitat. Precisament, hi ha un tipus de RV específicament dissenyat amb aquesta finalitat, que s'anomena RVI i aconsegueix el seu objectiu a través de dos tipus d'interfície: els *HMD*, que són molt cars i no acostumen a emprar-se als museus d'Arqueologia; i els *CAVE*, que s'utilitzen per simular alguns tipus de jaciment molt específic –les coves de Dunhuang (Pujol, 2002a: 82)– o per aconseguir una major sensació de presència en recreacions del passat (Gutiérrez, Serón *et al.*, 2004).

La visita com a experiència col·lectiva

L'altre paràmetre definit per Belaën era el grau d'immersió de la persona i, a diferència de l'anterior, sí ha estat abordat explícitament des de la RV perquè forma part del seu desenvolupament tecnològic. Tanmateix, com hem vist anteriorment, aquestes

recerques només s'han centrat en el realisme a l'hora de simular les informacions particulars de cada sentit i, per tant, es limitaven a l'experiència física proporcionada per la interfície. Però la immersió museogràfica inclou també el paper assignat a la persona en la "posada en escena" i aquí és on la RV entra en conflicte amb la resta de l'exposició perquè, normalment, els dispositius estan pensats per un/a sol/a usuari/ària, mentre que l'experiència del museu és col·lectiva.

La RVI resol aquest problema de dues maneres: o bé a través dels entorns multiusuari o bé deixant un espai físic real en què es situen les observadores i els observadors. Ambdues solucions presenten avantatges i inconvenients. El primer cas és una solució híbrida perquè, en realitat, implica la utilització d'un *HMD* per part d'una sola persona però el món virtual està situat en un servidor i és accessible per totes les persones que hi estiguin connectades. Es tracta d'una solució que aïlla de la resta del museu però, en canvi, deixa llibertat a cada persona per explorar la reconstrucció sense interferir en allò que veuen les altres. El *CAVE*, en canvi, presenta l'avantatge que no aïlla cada persona de la resta de visitants ni de la sala però restringeix l'observació a l'interior de l'espai delimitat per les pantalles. Llavors, s'imposa una tria: si hi ha interactivitat, només es pot basar en els moviments d'una persona i, per tant, ella imposa el punt de vista a la resta. Si no n'hi ha, tothom veu les mateixes imatges, però llavors es tracta més aviat d'un audiovisual i no pas d'un veritable exemple de RV. També pot entrar en aquestes consideracions el Teatre virtual (*VT*), que es situa a mig camí entre la *Desktop VR* i la RVI. El desenvolupament dels diferents projectes han mostrat als equips de recerca universitaris la necessitat de millorar aspectes com ara la interactivitat amb els objectes, el realisme, la navegació intuïtiva dins l'entorn virtual, la flexibilitat dels models per ampliar-los a adaptar-los a diferents formats (Guidazzoli, 2002: 90), és a dir, tot d'aspectes que són fonamentals de cara a l'ús de la RVI als museus, ja que milloren la percepció sensorial i permeten reproduir més fidelment aquest tipus d'experiència. Des del punt de vista museogràfic, l'ús d'una gran pantalla és millor que una estació petita perquè evita l'aïllament de la persona, però també cal tenir en compte que hi ha una limitació de temps: la circulació al llarg de l'exposició ha de ser fluïda i el *VT* implica un espai i un temps de parada per veure unes imatges que, per altra banda, com acabo d'esmentar, no són interactives, sinó simplement audiovisuals.

Un exemple paradigmàtic és el del Projecte *Aksum* (Forte, Kay *et al.*, 2003), que combina els avantatges del *GIS* i la RV. El *GIS* constitueix la base per la recollida de dades sobre el terreny, ja que es poden superposar mapes, lligar-hi informació diversa, etc. L'avantatge del *GIS* és que, gràcies a la seva flexibilitat, no cal que les dades passin una segona fase d'elaboració sinó que es poden conservar en l'ordenació establerta durant la recollida. Tanmateix, és una eina difícil d'utilitzar en un entorn divulgatiu, per això la interfície de navegació està constituïda per un entorn de RV, més intuïtiu i senzill a l'hora de cercar i manipular la informació. Les dades del Projecte *Aksum* es poden visualitzar en diferents plataformes, per exemple el *VT* del *CINECA*. És evident que, per tot això i per les característiques de la plataforma, el Teatre Virtual millora la visualització i comprensió dels objectes en el seu context original. El problema és que, per més gran o immersiva que sigui una pantalla, l'experiència sensorial segueix essent incompleta perquè falten sentits i el públic manté un paper passiu. Això es posa de manifest en contraposar les imatges del *VT* situat a les instal·lacions del *CINECA* (Guidazzoli, 2002: 89) i el destinat al museu¹⁹⁷: mentre que el primer, destinat a la

¹⁹⁷ Vegeu la pàgina <http://www.cineca.it/HPSystems/Vis.I.T/VirtualTheatre/index.html>.

recerca, té una consola que permet efectivament interactuar amb les imatges, el segon es limita a una pantalla situada davant d'uns quants rengles de seients, com si es tractés del cinema. En el moment en què es perd la possibilitat d'interacció, el sistema ha deixat de ser RV pròpiament dita; la qual cosa no invalida la seva utilitat museogràfica, però estarà destinat a un tipus de comunicació concret.

La Universitat de Tokio proposava fa uns anys una nova interfície per crear una simulació col·lectiva i alhora interactiva: el *Virtual Dome* (Biocca i Levy, 1995a: 139). Aquesta interfície, que encara es trobava al nivell del prototipus en el moment de la publicació, es basa en la presència d'una càmera remota en contacte constant amb una pantalla semiesfèrica, com la d'un planetari, a la qual envia imatges de 360° de l'entorn on es troba. Les persones porten un *HMD* amb un sensor que indica a la màquina la posició del cap i, per tant, el fragment de panoràmica que ha de mostrar a cada usuari/ària. És una solució a mig camí entre la immersió total individual i el *CAVE*, però actualment no sembla clara la manera com s'articularen les dues dimensions; caldria veure les implementacions reals per comprovar si aconsegueix els requisits esperats pel museu però, malauradament, no he pogut obtenir més informacions sobre l'estat actual d'aquest projecte.

Una altra possibilitat, experimentada darrerament, és la que proporciona la Realitat Híbrida, ja que l'entorn d'interacció social és el propi museu i les TIC s'hi afegeixen com una dimensió superposada, gràcies a la creació d'un espai de col·laboració mixt situat en el 25^è fus horari. Areti Galani i Matthew Chalmers (Galani i Chalmers, 2003) van fer un estudi sobre aquest sistema en el "*City Project*", que els va aportar conclusions sobre diverses qüestions relacionades amb la naturalesa de la visita i el paper de les TIC. El sistema consistia en una combinació del món real i el món virtual, que recreava el primer i servia de punt de contacte entre els/les visitants que es trobaven físicament al museu i els/les que el visitaven virtualment, fent servir els/les primers/primeres com a guia del recorregut. La interfície d'accés era un *Palm* en el cas de les persones que visitaven realment el museu i l'ordinador de casa, en el de les altres, que també disposaven de mapes tridimensionals per localitzar el seu "avatar" real i situar-se; tots dos grups es comunicaven mitjançant micròfons i auriculars (Galani, 2003: 11; Galani i Chalmers, 2003: 6). El problema d'aquest exemple és que deixa enrera la RV pròpiament dita, però és interessant perquè introdueix les possibles aplicacions de la RA i la telepresència al museu.

L'estudi va demostrar la importància de dos factors crítics, que la presència de dispositius similars a la RV podia posar en perill: la fluïdesa de la visita i la interacció amb els altres visitants perquè, encara que no s'hi relacionin directament, els/les visitants no es comporten al museu com si estiguessin sols/soles sinó que organitzen el seu recorregut en funció de les activitats de la resta de persones presents a les sales (Galani i Chalmers, 2003: 10, 12). En aquest sentit, el tipus d'experiment –les converses de tipus funcional sobre l'orientació, els continguts, etc. entre el/la visitant real i el/la virtual– evidenciava que l'ús i la comprensió de l'entorn expositiu està socialment construït, tot fent que s'explicitessin verbalment les actituds que normalment són implícites i es basen en l'observació i avaluació més o menys conscient de tots els elements presents a l'espai expositiu (Galani i Chalmers, 2003: 14). Així doncs, en realitat, es pot considerar que totes les visites als museus es fan en grup. Això exigeix que l'ús de les TIC al museu deixi de banda l'esquema de comunicació tradicional basat en el paradigma del PC i adopti una estructura integrada en l'entorn real i basada en el

paradigma d'Internet (Galani i Chalmers, 2003: 15). Tanmateix, els resultats no són totalment contraris a les estacions individuals perquè també es va demostrar que els dispositius que interrompen el discurs expositiu forcen l'exploració més atenta i la col·laboració entre visitants, la qual cosa produeix un guany cognitiu més aprofundit i menys superficial, com acostuma a produir-se en les visites "massa" conduïdes (Galani i Chalmers, 2003: 8, 10).

L'ús de la RA com a guia de l'exploració lliure de l'exposició també va ser experimentada en un altre museu, aquest cop sense l'afegit de la visita a distància. Dirk vom Lehn i Christian Heath van dur a terme un estudi de públic sobre els patrons de visita i les interaccions socials que es produïen en un museu d'art contemporani en què el públic utilitzava un *PDA –Personal Digital Assistant–* durant la realització de la visita (vom Lehn i Heath, 2003). Ja he esmentat anteriorment que diversos estudis han mostrat que l'exposició posseeix un vessant social fonamental i inevitable perquè els/les visitants parlen entre ells/elles o es fixen en les accions dels/de les altres per organitzar la seva visita. El problema que planteja la introducció de les TIC a la sala és que aquestes estan pensades per l'ús individual i, per tant, entren en conflicte amb les característiques essencials de la visita. Per això, l'ús de *PDA*s podria suposar un avantatge en aquest sentit: com que la persona porta l'aparell amb ella, deixen d'interferir en el discurs expositiu i permeten una major llibertat d'exploració. Malauradament, sembla que aquesta tampoc no és la solució perquè l'estudi va evidenciar dues circumstàncies negatives. En primer lloc, el/la visitant ocupa l'entorn de l'objecte encara que no l'estigui mirant i priva les altres persones de la vista, tal com passaria si es tractés d'una visita normal (vom Lehn i Heath, 2003: 10). En segon lloc, el/la visitant queda aïllat per la pantalla –no mostra què veuen i senten les altres persones– i els auriculars, per la qual cosa no es poden anticipar als moviments dels/de les altres. No es relacionen amb les altres persones sinó que la seva interacció es centra exclusivament en l'aparell. Això provoca una major desorientació, perquè no s'aprèn el funcionament de la visita a través de les accions dels altres i també disminueix les oportunitats de debatre el missatge transmès per l'exposició perquè la informació de la pantalla no és la mateixa per tothom (vom Lehn i Heath, 2003: 11).

En conclusió, la introducció de les TIC, fins i tot en els casos de major mobilitat i llibertat, imposa noves formes d'interacció i de relació amb els objectes, de caire molt més individual i centrat en l'aparell, en detriment de la dimensió social i contemplativa que havia caracteritzat tradicionalment l'exposició. Quina és la solució? Les possibles sortides encara no són clares perquè ens trobem en una fase molt primerenca de la "revolució" tecnològica, però ja comencen a despuntar algunes vies, com ara la major integració de les interfícies a través de solucions híbrides que permetin una participació conjunta i estimulin la interacció, o bé que tinguin en compte els esdeveniments de la sala i no només la informació a transmetre. Però totes aquestes demandes es basen en una concepció implícita que situa els objectes com a centre del discurs expositiu i, per tant, qualsevol proposta sempre generarà un conflicte entre aquests i la informació proporcionada per les TIC, ja que estan situats en dues dimensions diferents, la real i la virtual, que funcionen amb paradigmes diferents. La qüestió a resoldre, per tant, no es troba en la tecnologia sinó en les concepcions museològiques subjacents. En el cas de l'Art és comprensible, però, en el cas de l'Arqueologia, són els objectes el veritable centre del discurs o són, igual que les TIC, recursos museogràfics al servei d'una explicació sobre el passat? Vist des d'aquesta perspectiva, el conflicte entre TIC i objectes, entre RV –entesa com a substitut– i original, desapareix.

Psicologia ambiental

El museu és un entorn informal d'aprenentatge. Això significa que el seu objectiu no és transmetre continguts escolars a través d'un esquema de comunicació unidireccional, sinó proporcionar experiències diverses, completes, constructives que contribueixin a formar cada persona en relació amb el món i amb ella mateixa. Els estudis de psicologia ambiental demostren que el nivell d'aprenentatge i creativitat òptims s'assoleixen quan les condicions ambientals proporcionen suficients estímuls interessants per mantenir el cervell despert i receptiu sense cansar-lo (Rui Olds, 1994: 76). Per això, l'exposició ha de crear, mitjançant el disseny museogràfic adequat, un l'entorn ideal que satisfaci com a mínim quatre necessitats bàsiques de les persones: moviment, confort, competència i control.

Comencem pel primer factor. El cos necessita llibertat, però el museu la limita perquè dins el marc espacial de l'edifici, els objectes i les persones imposen una determinada manera d'estar (Rui Olds, 1994: 76). La majoria de museus, especialment els d'Art i Arqueologia esperen que les i els visitants s'estiguin callats, no toquin res i es comportin formalment. Aquesta actitud acaba cansant el cos i avorrint la ment. Les persones se senten més motivades quan poden explorar l'entorn, satisfer les seves necessitats bàsiques en qualsevol moment –lavabos, telèfon, alimentació, etc.– i variar a conveniència les pautes d'activitat (Rui Olds, 1994: 77). Està demostrat que el moviment variat del cos aclareix la ment i això la predisposa a integrar noves experiències i coneixements; per aquest motiu, el disseny de l'exposició ha d'estar dirigit a la interacció motora i cognitiva amb els continguts, acompanyada de canvis de moviment i de postura corporal (Rui Olds, 1994: 77).

La RV aconsegueix parcialment aquests requisits perquè, a primer cop d'ull, genera un espai d'interacció al voltant seu i obre una nova línia explicativa que trenca el discurs expositiu principal. Això hauria de despertar les ganes d'explorar els continguts del nou element, especialment si es tracta de TIC, perquè sempre generen grans expectatives en el públic, especialment el més jove. Gràcies a la RV el recorregut per l'exposició o el jaciment no es limita a la contemplació passiva d'objectes i / o pantalles sinó que la persona ha de cercar activament la informació sobre els primers a través de la interfície que l'acompanya. Tanmateix, en la majoria dels casos, la interactivitat es limita a prémer botons per desencadenar respostes de l'aparell, sense que l'activitat física estigui relacionada coherentment amb els continguts, com sí es produeix en els museus científic - tècnics a l'hora de mostrar experiments. Per altra banda, el tipus d'interfície més habitual als museus acostuma a ser la pantalla sola o el PC, la qual cosa afavoreix una postura contemplativa i estàtica i o bé només implica el moviment de les extremitats superiors per activar la interfície. En aquest sentit, el principal problema de la RV disponible als museus és que prioritza la mirada i l'oïda en detriment de la resta del cos, que redueix la seva activitat al mínim.

I aquest és un inconvenient de cara al següent paràmetre, el confort. Igual que el cos, la ment també ha de rebre estímuls externs que la mantinguin desperta, però no han de ser canvis violents, sinó que han de seguir un patró previsible, que generi petites modificacions dins una aparença general de semblança (Rui Olds, 1994: 77). D'aquesta manera, la motivació manté el sistema cognitiu despert però no atabalat. Com que

l'aparença externa de les coses és contínuament interpretada pel nostre cervell, les característiques de l'entorn físic han d'estar pensades fins al més mínim detall. Cada element de l'exposició –incloent-hi els llums, les parets, el terra, etc. i no només els objectes, les vitrines i els cartells– ha de considerar-se com una superfície interactiva, que es percep emocionalment i s'interpreta mentalment (Rui Olds, 1994: 78). Per això cal integrar-los en un tot harmònic que impliqui tots els sentits i generi una sensació d'interès i alhora de benestar. Diuen Lynn Dierking i John Falk (Falk i Dierking, 2000: 123):

“Design is the organization of materials and forms in such a way as to fulfill a specific purpose. In the case of museums, that purpose is to visually, and increasingly aurally and socially, attract and pull in the visitor. Good design draws the visitor in, engages all the senses, and compels the visitor to investigate the topic at hand.”

Què fa que una exposició sigui atractiva per un visitant? Des del punt de vista del disseny és la combinació correcta dels elements bàsics del disseny (Falk i Dierking, 2000: 123-127):

- **Espai:** L'espai és creat, definit pel disseny. El bon disseny permet navegar dins els espais del museu sense ajuda d'un/a guia.
- **Forma i massa:** El primer terme es refereix al contorn general d'un objecte i el segon, al seu volum. Es poden manipular per crear estabilitat o tensió i, per tant, estimular l'exploració i la curiositat.
- **Color:** Afecta la gent emocionalment i proporciona profunditat a les experiències. Els colors poden fer sorgir, ressaltar, els objectes de la paret o la vitrina o bé, al contrari, fer-los desaparèixer. Els colors càlids proporcionen sensació de calidesa, són estimulants i apropen els objectes, mentre que els freds proporcionen sensació de fredor, relaxen i allunyen els objectes. Els colors foscos fan que els espais semblin més petits, els objectes pesats i els sons més fluixos; amb els clars passa a la inversa.
- **Textura i patró:** el cervell humà tendeix a trobar patrons. Les textures i els patrons també evocuen una resposta emocional. Les habitacions amb textures suaus semblen fredes, mentre que si tenen textures aspres, trencades, semblen més càlides. Els patrons generen una sensació de moviment o, fins i tot, d'inquietud. Juntament amb les variables posteriors serveixen per conduir la vista al llarg de l'exposició i, per tant, guiar el o la visitant.
- **Unitat i varietat:** Si estan equilibrades, permeten evocar relacions i crear associacions mentals i visuals. Es pot aconseguir a través de la forma, la textura, el color, el patró o el contingut informatiu. La unitat és essencial per comunicar informació i proporcionar context; la varietat és essencial per mantenir l'interès i la diversió del o de la visitant.
- **Equilibri, èmfasi i ritme:** Aquests també crearan l'entorn visual que atrau l'atenció i facilita que el visitant se senti atrapat per l'exposició en general però alhora es fixi en l'específic.

- **Proporció i escala:** La primera es refereix a la relació de mides dins una composició; la segona indica la mida en comparació amb una constant. Més gran significa més fort i pesant; més petit, fràgil i preciós. Els museus exposen i interpreten els objectes, fets i idees i cal que ho facin en la proporció i escala adequades en relació amb els altres i amb l'edifici que els conté. La gent se sent atreta pels dos extrems, de manera que manipulant el que hi ha al voltant es pot ressaltar un objecte en un dels dos sentits. Per tant, no només són elements importants per al disseny sinó també per la comunicació.

Així doncs, amb la recent transformació del museu, que ha passat de ser un lloc per exposar objectes a ser un espai per experimentar una determinada branca del coneixement, la vista deixa de ser l'únic sentit implicat i el disseny s'ha expandit per incloure els sons, les olors i fins i tot éssers vius de tots els regnes (Falk i Dierking, 2000: 127-128).

Aquesta demanda és contrària a les capacitats de la RV ja que, tal com he esmentat anteriorment, és una interfície dirigida principalment al sistema visual i, secundàriament, a l'auditiu i al cinètic. La RV es troba a mig camí entre el museu tradicional i els dissenys immersius més recents perquè ha afegit la interactivitat perquè encara es basa en el paradigma visual. Tanmateix, una exposició no està formada només per pantalles de RV, sinó que aquesta pot integrar-se dins el conjunt de l'exposició de manera que la interfície quedi més o menys aïllada i es compensi amb altres característiques de l'entorn que reforcin aquells sentits que han quedat marginats en el moment de fer servir el dispositiu de RV. La RV provoca una interrupció espacial i seqüencial del discurs expositiu que posa l'èmfasi en un contingut (espàcio - temporal) concret i en una forma d'aprehensió específica –preferentment visual, però auditiva i motora– i això pot constituir un recurs puntual per remarcar o aprofundir un coneixement determinat.

El tercer dels factors ambientals és la competència, la percepció i valoració de les pròpies capacitats. En un entorn desconegut, les persones senten que disminueix el seu control i, per tant el seu estatus, i això pot generar actituds negatives envers l'exposició o la pròpia institució (Rui Olds, 1994: 78). En el cas dels ordinadors, aquest és un problema fonamental perquè cal conèixer el seu llenguatge de comunicació, que no és natural, per molt que la majoria de persones convisquin amb un PC a casa i ja s'hi hagin acostumat. Tanmateix, la màquina imposa una doble interfície i, per tant, dues formes diferents de comunicació: la dels dispositius perifèrics i la dels continguts. Quan hom s'asseu davant d'un videojoc o d'un producte multimèdia, primer ha d'aprendre les seves regles bàsiques de funcionament o navegació. Si no són evidents, la persona no s'entretindrà gaire estona a descobrir-ho, perquè les visites i la presència d'altres persones imposen restriccions temporals en els usos dels dispositius però també perquè les temptatives fracassades poden generar una resposta emocional negativa, sobretot en persones que no estan acostumades a emprar ordinadors i que, per tant, ja s'hi apropen (o no) amb una certa prevenció.

En el cas del conjunt de l'exposició, la manera de compensar el sentiment d'inferioritat és contribuir a què els/les visitants puguin satisfer les seves necessitats autònomament: senyalitzant adequadament perquè es moguin còmodament en l'espai, adaptant les formes expositives a les diferents edats i condicions físiques, organitzant

l'espai de manera que sigui fàcil la seva comprensió directa –per exemple, a través de colors i ubicacions agrupades–, i també incorporant en totes les unitats expositives els diferents estils cognitius –visual, auditiu i cinètic– perquè cadascú pugui processar la informació a la seva manera (Rui Olds, 1994: 79). En el cas dels ordinadors, la RV presenta *a priori* un clar avantatge respecte de les altres TIC per dos motius. El primer és que la RA és mòbil i, per tant, es pot emprar com un recurs per guiar la visita i facilitar l'orientació en l'espai (vom Lehn i Heath, 2003: 12). El segon motiu és que simula la interacció real amb el món i afavoreix l'exploració dels continguts a través de la interactivitat. Això no obstant, les interfícies més realistes són molt cares i, per tant, el més habitual és limitar la comunicació a l'observació o bé permetre un mínim d'activitat –normalment reduïda a la navegació per la reconstrucció– en una estació de tipus PC. Els usos metodològics de la RV afegeixen un problema i és el del domini de coneixement: la persona que s'enfronta a la reconstrucció, no només ha de conèixer com manipular-la sinó també la finalitat científica que condiciona aquest i això, sense cap ajuda externa, pot ser més un inconvenient que un avantatge. En tot cas, es treballa perquè les interfícies siguin el màxim d'intuitives i personalitzades.

El darrer factor és el control. Els estudis demostren que instintivament ens disposem a l'espai protegint-nos, per exemple, caminant al llarg d'una paret o assegint-nos de cara a la porta. Per això les activitats que demanen concentració, com és el cas de la RV, s'han de situar en un lloc protegit, en el qual no es produeixin situacions inesperades –perquè la sensació de seguretat també prové de la previsibilitat (Rui Olds, 1994: 79)– i les persones se sentin lliures de dedicar-hi temps sense la pressió que genera una fila de persones dretes enmig de l'exposició esperant per passar o per utilitzar aquell recurs expositiu. Per tant, cal situar-los en llocs apartats o bé integrats a la sala però llavors en un espai ampli i que permeti la presència i, a ser possible, l'ús per part de diverses persones alhora. Malauradament, ja hem vist abans que la interactivitat multiusuari/ària encara està en fase d'exploració. Per altra banda, si hi ha més d'un dispositiu interactiu i estan situats regularment, servirà per donar ritme a la visita i, d'aquesta manera, augmentarà la sensació de previsió i confort.

El control també es manifesta en relació amb la tria de les pròpies activitats en el si de l'exposició. Tria i control són variables fonamentals però poc estudiades de l'aprenentatge als museus. En els pocs casos investigats [(Perry, 1989) citada a (Falk i Dierking, 2000: 85)] s'ha demostrat que quan l'aprenentatge es produeix en un lloc on existeix la possibilitat de tria –com els museus–, les persones estan més motivades, demostren més autoestima i control i, com a conseqüència, aprenen més. Així doncs, aquestes dues variables, juntament amb la comunicació interpersonal, són bàsiques per afavorir l'aprenentatge infantil. Els museus poden aprofitar els efectes motivadors de la llibertat i el control sobre l'entorn per augmentar l'aprenentatge dels i les estudiants (Falk i Dierking, 2000: 85). Llavors, la pregunta que es plantejarà és si les característiques de la RV, que proporciona aquesta llibertat d'exploració gràcies a la seva interactivitat, la fan adequada com a eina d'aprenentatge. És un tema que abordaré seguidament, perquè totes aquestes qüestions tenen a veure amb els processos d'adquisició de coneixement que es produeixen en el marc concret del museu i per això les reprendré de manera més extensa i aprofundida en l'apartat dedicat a les característiques específiques de l'aprenentatge als museus.

Conclusions: l'ús de la RV per part dels i les visitants

La RV no és completament aliena a les necessitats plantejades per la museografia de cara als i les visitants, però les seves característiques divergeixen lleugerament de les museogràfiques pràctiques habituals perquè els ordinadors no estan pensats per l'ús en un entorn social de transmissió de coneixement a través de diversos recursos analògics integrats com és el museu. Així, la RV pot ser immersiva, però no permet el nivell de llibertat i col·lectivitat que es troba habitualment a les sales d'una exposició. El principal problema és que estem intentant introduir un tipus d'immersivitat –el de l'ordinador– dins d'un altre –el del museu– i això genera conflictes entre els dos entorns. La RV, pel fet de ser interactiva i posseir el seu propi discurs, ajuda a mantenir la ment activa a través d'una actitud exploratòria. També permet el control sobre les pròpies accions i pot ajudar a personalitzar el recorregut a l'interior de les sales. Però, per altra banda, els seus principals inconvenients de cara als i les visitants és, en primer lloc, que exigeix un coneixement del seu llenguatge de funcionament que no és automàtic; i, en segon lloc, que no està pensada per l'ús comunitari, sinó individual i aquesta característica topa frontalment amb les formes d'adquisició de coneixement habituals a l'espai social de l'exposició.

II.5.3.3.5. Aprenentatge

II.5.3.3.5.1. Introducció

La principal funció de l'exposició és la transmissió d'un missatge més o menys definit pel museu. D'aquest acte de comunicació se'n deriva naturalment un aprenentatge, en el qual les tendències museogràfiques modernes han posat cada cop més èmfasi fins a convertir-lo en un objectiu prioritari de l'exposició. Per tant, la visita al museu consisteix en un procés intencionat (d'aprenentatge), és a dir, hi ha una predisposició prèvia, tant per part de l'emissor com del receptor o receptora (Cabero, 1999: 39) a adquirir coneixements nous a través de d'una experiència multisensorial distesa, motivadora, en què la persona posseeix el control de les seves activitats. Això és així, no només per la transformació de les concepcions museològiques, sinó perquè la comunicació exigeix una intencionalitat tant per part de l'emissor/a, a l'hora de codificar el missatge i transmetre'l, com per part del receptor o de la receptora, que s'ha de posar en situació perquè li sigui possible realitzar una descodificació subjectiva i més o menys conscient del contingut del missatge (Cabero, 1999: 39). La creació d'una exposició i l'anada al museu demostren la intenció d'establir aquesta comunicació.

L'aprenentatge és una forma específica de comunicació que es caracteritza pel fet que es busca expressament i implica una activitat codificadora i descodificadora complexa, regida per unes regles que sistematitzen el procés (Cabero, 1999: 40-41; Rodríguez Diéguez, 1978: 24-25). Diu José Luis Rodríguez Diéguez (Rodríguez Diéguez, 1978: 18-19):

“La enseñanza es el estímulo externo que pretende regir un aprendizaje sistemático. El estímulo externo –o mejor, la secuencia de estímulos externos– que se orienta a la modificación de la conducta, supone la presencia de dos componentes básicos en esta situación de aprendizaje: una acción física del medio exterior sobre el sujeto, y un correlato psíquico en el que recibe el

estímulo. [...] El proceso por el cual se generan estímulos físicos para que lleguen a un destino y provoquen determinadas situaciones psíquicas, no es más que la operación informacional que llamamos comunicación.”

Habitualment, el tipus de codi que es fa servir en aquesta forma específica de comunicació correspon a una combinació dialèctica entre el llenguatge verbal i l'icònic (Rodríguez Diéguez, 1978: 42) perquè, tal com havia esmentat en parlar de la semiòtica de les imatges, ambdós posseeixen característiques específiques que es complementen i, per tant, contribueixen a millorar l'experiència didàctica. Des d'aquest punt de vista, la RV hauria d'aportar algun avantatge perquè pot integrar els dos codis anteriors en una simulació dinàmica i interactiva de la realitat. En certa manera, sembla que la RV pugui acomplir el vell somni conductista de construir una “màquina d'ensenyar” (Maldonado, 1994: 84). La diferència és que, mentre les màquines de B. F. Skinner aconseguïen resultats molt modestos perquè es basaven en els esquemes rígids de pregunta - resposta, les aplicacions computacionals modernes permeten una exploració lliure i personalitzada, en què l'aprenentatge es converteix en una construcció activa i conscient, molt propera a les concepcions del “*learning by doing*” de l'activisme pedagògic que, precisament, Skinner criticava. No hem d'oblidar que una de les dues branques principals de desenvolupament¹⁹⁸ de la RV va ser creada per l'aprenentatge sensorial - motor, ja que la capacitat interactiva de les imatges en temps real era molt útil per l'entrenament de pilots i astronautes (Bricken i Byrne, 1993: 201), però l'ús que es va difondre fora dels grans pressupostos militars va ser el més abstracte i simbòlic, que no era tan car, i en el qual disminuïa el paper de la interactivitat cinètica. Això no obstant, en tots dos casos l'element clau era la simulació, perquè permet un aprofundiment del coneixement a través de l'experimentació “directa” –simulada– dels objectes i, sobretot, de la capacitat de presentar de manera coherent diferents punts de vista i escenaris alternatius (Biocca i Levy, 1995a: 143-144).

Així doncs, la pregunta principal d'aquest apartat i una de les fonamentals d'aquest treball de recerca és la següent: com contribueix la RV al procés d'aprenentatge que es produeix a l'exposició? La primera idea que cal retenir és (Mantovani, 2001: 210) que no existeix una teoria general pròpiament dita de l'aprenentatge amb RV –encara que sembla que s'adequa en gran part amb els postulats constructivistes– i això ens obliga a revisar i/o comparar informacions disperses per tal de poder començar a construir aquest marc teòric general. Tanmateix, com he esmentat en ocasions anteriors¹⁹⁹, Maurizio Forte també s'interessa per aquest tema en els seus darrers articles i és, que jo sàpiga, l'únic que ho fa des d'una perspectiva alhora teòrica i centrada específicament en el tema de la divulgació arqueològica a través del museu. A l'apartat d'estudis específics sobre TIC i aprenentatge veurem estudis molt diversos però la majoria estan centrats en l'aprenentatge formal, tant els provinents de l'àmbit de la Pedagogia com els provinents del de la computació. Com a exemple paradigmàtic tenim les tesis de Christine Byrne (Byrne, 1996) i, sobretot, de Kimberley Osberg (Osberg, 1997), que presenten una estructura metodològica i formal molt semblant a la meua però presenten dues diferències fonamentals: van dur a terme una avaluació real i la van realitzar en el marc de l'ensenyament formal. També he recollit estudis que analitzen les aplicacions

¹⁹⁸ Vegeu l'apartat “El desenvolupament tecnològic de la RV”.

¹⁹⁹ Concretament, en tractar les bases teòriques de l'ús de la RV en la recerca arqueològica des del punt de vista de les tendències properes al processualisme i també en l'apartat dedicat al vessant museològic dins la Pragmàtica de la RV.

emprades en un museu, però la majoria són tan específics que no és possible generalitzar-ne els resultats.

Tornant a la recerca del científic italià, la seva perspectiva és lleugerament diferent a la meua perquè ell parteix de la teoria de cognitiva de Bateson i aplica les idees ecosistèmiques i cibernètiques a l'aprenentatge, mentre que jo adopto directament un enfocament cognitiu i pedagògic per extreure conclusions sobre la RV. L'autor (Forte, 2004) associa l'aprenentatge amb la comunicació, que es basa en la creació d'un sistema simbòlic per expressar el món real i, per tant, és necessàriament diferent d'ell:

“La teoria della conoscenza batesoniana spiega il meccanismo di elaborazione dell'informazione: i dati sono oggetti neutrali, la conoscenza di un sistema spaziale avviene per interazione, per differenza tra i componenti e gli eventi interconnessi. Più si incrementa la differenza in una interazione virtuale, più cresce l'apprendimento.”

Les idees bàsiques de Forte, que ja he exposat a l'apartat sobre “La RV com a sistema cognitiu”, són dues. En primer lloc, com que la RV consisteix en una xarxa, un mapa visual d'informacions jerarquitzades i connectades dinàmicament, s'aprendrà més ràpidament que a través dels tradicionals mètodes lineals, com ara els llibres. Aquesta estructura reflecteix la metafísica de la realitat i permet percebre i comprendre les relacions causals que en regulen el funcionament. En segon lloc, la millor forma d'adquirir i reforçar aquest aprenentatge és a través de la circularitat i la redundància. Aquesta idea parteix d'una noció de diferència que l'autor ja havia expressat en referir-se a la funció dels mapes com a eina d'interpretació de la realitat (Forte, 2002): com més diferència hi ha entre els components de la simulació, més interacció es produeix entre els elements i això augmenta l'aprenentatge. Diu Maurizio Forte (Forte, en premsa):

“In the relation between map and territory, presuming the virtual map, and the territory an item (object) of knowledge (“musealised” areas, archaeological sites or museums), the transfer of information from the map to the territory and vice versa can be in a circular relation of interaction “map-territory”, between coded information and uncoded information. Knowledge and learning of the environment “map” will produce as effect a new knowledge of the territory and, in consequence of this, a new knowledge of the territory will produce a newer knowledge of the map. This reversive circularity of the information catalyzes different forms of learning of reticular-circular type.”

Per tant, la circularitat, l'alternança entre la realitat i la virtualitat, constitueix una forma d'evidenciar aquesta diferència i, per tant, de propiciar una interacció entre els dos móns. Com que, a més, la segona és una simulació de la primera i, per tant, els continguts es refereixen a la mateixa porció de la realitat, el pas alternat de l'una a l'altra farà que la informació es fixi successivament. D'aquí el paper de la redundància com a forma d'adquisició de coneixement o, més aviat, de memorització (Forte, 2004). I la interacció també és un element essencial perquè, com dirien els membres del *Mental Research Institute* de Palo Alto, precisament encapçalat per Gregory Bateson²⁰⁰, no existeix la no acció i qualsevol acció és portadora d'informació. Per tant, en el cas de la

²⁰⁰ Vegeu l'apartat “La RV transforma el procés de comunicació”.

RV, la intervenció de la interacció en l'adquisició de coneixement queda doblement justificada: perquè és inherent al sistema i perquè és inevitable de cara a l'aprenentatge. Maurizio Forte es refereix a tot aquest procés com a “*digital anakyclosis*” i ha determinat els seus moments inicial i final: comença quan es produeix una comparació conscient entre el real i el virtual, que permet aprendre a través de la diferència; s'acaba quan la persona identifica una informació com a ja adquirida (Forte, en premsa).

Aquestes són afirmacions derivades de la lògica cibernètica i d'una determinada concepció (ecosistèmica) de la biosfera, però això no significa que siguin necessàriament vàlides per l'aprenentatge. És possible que la comparació inicial sigui sempre conscient? Com està tan segur que el públic haurà adquirit els coneixements adequats en el moment que s'adoni de la repetició i posi fi al procés circular d'aprenentatge? El canal visual, per ell mateix, no proporciona un coneixement excessivament superficial? Comporta automàticament la redundància un augment quantitatiu i qualitatiu del coneixement, fiable i identificable com a tal per la pròpia persona? Crec que es tracta d'una concepció superficial de l'aprenentatge i que caldria anar a buscar els fonaments psicològics i pedagògics profunds d'aquesta qüestió. Precisament, el propòsit d'aquest apartat és comprovar la utilitat real de les reconstruccions virtuals des del punt de vista de la psicologia cognitiva i, encara més concretament, en el cas específic de la didàctica museogràfica. En qualsevol cas, comparteixo amb Forte la convicció que, en un moment en què es multipliquen exponencialment les aplicacions de RV, comença a ser urgent una anàlisi i una reflexió sobre el vessant cognitiu de la RV per construir la metodologia comunicativa i d'aprenentatge més adequada (Forte, 2004; en premsa).

Així doncs, l'estructura del present apartat serà la següent. Per començar, igual com en el capítol dedicat a la percepció, necessitem conèixer com es produeix l'aprenentatge. El primer que descobrim és que, com també passava llavors, no hi ha una única explicació sobre aquest procés, sinó que depèn del paradigma històric en què ens situem. Això és així perquè es tracta d'un fenomen complex, que pot prendre diferents formes i es manifesta a diferents nivells. Per aquest motiu, la seva comprensió global s'ha obtingut –tot i que encara no està assolida– a través d'aproximacions successives, que han conformat els diferents paradigmes o tendències teòriques i metodològiques sobre aquesta qüestió. Per tant, abans d'abordar l'anàlisi dels factors que intervenen en l'aprenentatge, cal repassar l'evolució històrica del concepte per tal de comprendre com s'hi han anat afegint i la relativitat de la seva valoració. Per entendre'ns: els psicòlegs associacionistes consideraven que l'aprenentatge era una cosa mecànica, que depenia d'una correcta estimulació sensorial externa; en canvi, avui s'accepta gairebé universalment que es tracta d'un procés intern amb manifestacions externes, que depèn de les característiques psicològiques de la persona, de l'entorn en què es produeix i del tipus de tasca que es desenvolupa²⁰¹. Aquesta és, havent entès el seu origen, la definició que he adoptat i que ha determinat que tingui en compte la influència d'aquests tres grans conjunts de variables que, en el nostre cas concret, corresponen a les persones, les disciplines històriques i el museu. En realitat, aquesta estructura no és altra cosa que una acotació successiva del tipus d'aprenentatge:

²⁰¹ Tanmateix, sovint és difícil classificar netament les diferents aportacions en un o altre paradigma perquè, a mesura que es desenvolupa la disciplina, els autors posteriors integren les idees dels anteriors, encara que pertanyin a una concepció aparentment oposada. El cas més evident seria el d'Skinner, que es considera paradigma del Conductisme més radical i, en canvi, crec que una lectura atenta dels seus escrits evidencia la importància de la influència cognitiva, especialment, a l'hora de les aplicacions educatives.

- Començo per les consideracions més generals –que comporten inevitablement el debat històric sobre el concepte– i estableixo quin és el paradigma d’aprenentatge dins el qual la RV es troba més còmoda.
- Després, m’ocupo dels trets psicològics generals de les persones, perquè constitueixen el primer nivell d’influència sobre el resultat de l’aprenentatge.
- Passo després a tractar les característiques específiques de les disciplines històriques, perquè condicionen el tipus de coneixements i estratègies que s’activen.
- I, atès que l’aprenentatge és un comportament situat, acabo amb la seva transmissió en un marc d’aprenentatge informal com és el museu.

Aquests nivells successius d’informació serviran de base per reflexionar, en una estructura similar a la del capítol de percepció, sobre la utilitat de la RV tal com s’ha definit en aquest treball. Tanmateix, es tracta de conclusions purament teòriques i convé recolzar-les en algun tipus d’evidència empírica, que garanteixi mínimament la seva validesa real i efectiva. Per aquest motiu apporto, seguidament, els resultats d’una cerca bibliogràfica sistemàtica en revistes i llibres sobre Educació, Psicologia i Museologia per tal de trobar avaluacions empíriques relatives a les qüestions o aspectes concrets evidenciats durant l’anàlisi teòrica. Per què no he dut a terme un estudi propi? Els motius principals són dos. En primer lloc, perquè una avaluació està necessàriament enfocada a aspectes molt concrets²⁰² i abans cal establir una base general teòrico - empírica de l’ús de la RV als museus sobre la qual recolzar anàlisis específiques posteriors. En segon lloc, perquè, un cop realitzada la tasca anterior, l’avaluació sistemàtica o en profunditat d’un o més aspectes a través d’un estudi de públic dissenyat expressament seguint les concepcions de la RV, els museus i la RV plantejades aquí exigia una inversió de recursos que s’escapava de l’abast, la mida i l’objectiu d’un treball de recerca com el present. Així doncs, és més convenient deixar les anàlisis empíriques concretes per a una fase posterior del projecte de recerca, que partirà, precisament, del marc fonamental establert en aquest treball.

Per tant, la base empírica d’aquesta pragmàtica específica de la RV –l’aprenentatge als museus –provindrà de les diverses avaluacions que fins ara s’han dut a terme sobre la integració dels ordinadors en l’àmbit de la Pedagogia, l’ús de dispositius tecnològics als museus, els experiments sobre usabilitat d’interfícies, etc. És a dir, a partir d’estudis que no sempre analitzen el mateix tipus d’aplicació o se situen en el mateix context que constitueixen l’objecte d’estudi d’aquest treball. Això és degut al fet que encara hi ha poca literatura específica sobre aquest tema i això ens obliga a extrapolar els resultats a partir d’estudis diversos. Però, en lloc de considerar-ho un inconvenient, es pot aprofitar com a avantatge: atès que tracten aspectes molt concrets sobre l’aprenentatge amb els ordinadors, les imatges, el text, la interactivitat, els aspectes socials, etc., serveixen el propòsit inicial de realitzar una aproximació comprensiva i alhora conformen una panoràmica en mosaic que pot constituir una base hipotètica sobre la qual començar a

²⁰² Un exemple de projecte de recerca amb els mateixos objectius que aquest però enfocats cap a l’anàlisi d’un aspecte més concret –els efectes de la interactivitat en l’aprenentatge conceptual– és el que està duent a terme Maria Roussou a l’*University College* de Londres des de la perspectiva de la programació informàtica (Roussou, 2004a; 2004b; 2005a).

construir un marc analític dirigit a verificar empíricament el potencial de la RV com a eina d'aprenentatge quan es produeixin les condicions exactes desitjades.

II.5.3.3.5.2. Definició i teories generals sobre els processos d'ensenyament – aprenentatge

II.5.3.3.5.2.1. Introducció

El procés d'aprenentatge no es descriu a partir d'una definició estàndard, universalment acceptada, sinó que la pròpia definició ja depèn d'un marc teòric general que la condiciona. Per aquest motiu, en el present apartat començaré repassant les diferents postures sobre aquesta qüestió, agrupades en dos paradigmes diferents: l'associacionisme i la teoria del camp cognitiu. Tanmateix, els apartats seran quatre perquè en dedicaré un al Constructivisme que, tot i incloure's dins la categoria cognitiva, mereix un tractament diferenciat per la seva importància actual i la distinció dels primers postulats gestaltistes. També n'hi haurà un de dedicat a la situació actual que, per la manca de perspectiva històrica, no es poden situar en un o altre, ja que hi trobem tendències pertanyents a totes dues escoles. La presentació del seu desenvolupament històric servirà de base per comprendre l'explicació actual sobre els factors que intervenen en el procés d'aprenentatge. Després aplicaré aquests coneixements al cas de la RV per tal d'analitzar com pot la tecnologia satisfer les necessitats educatives des d'un punt de vista general.

Cal ser molt conscient que cap de les teories que acabo de citar i que desenvoluparé seguidament no pot explicar exhaustivament el procés que ens ocupa (Cadaugade, 1995: 56) perquè es tracta d'una activitat complexa, en què es realitzen distintes activitats i intervenen “agents” de naturalesa heterogènia, relacionats per nexes causals diversos, que es poden manifestar en més d'un àmbit o nivell diferent. Aquesta aproximació parcial –que correspon a les diferents tradicions d'investigació agrupades dins un o altre dels dos grans paradigmes esmentats anteriorment– condiciona l'explicació de tot el fenomen. Possiblement, aquí es troba la causa que Lluís Pibernat afirmi (Pibernat, 1998: 86-87) que el Constructivisme no es pot considerar una teoria comprensiva amb capacitat predictiva general com les que configuren les Ciències Naturals, sinó una teoria *ad hoc*. Perquè, igual que passa amb l'Arqueologia, la Psicologia educativa manté un debat epistemològic intern que l'ha acompanyada des dels seus orígens i que encara avui és ben viu. Aquest debat es centra en diverses qüestions que esmentaré breument a continuació per tal de comprendre on se situa l'estudi de l'aprenentatge respecte de la Psicologia i la Pedagogia.

En primer lloc, alguns autors opinen que no existeix una única teoria que pugui explicar o pautar totes les situacions d'aprenentatge i prefereixen centrar-se en àmbits concrets; altres, en canvi, han trobat elements comuns a les diferents persones, situacions, mètodes, disciplines, etc. i consideren que les diferents subteories estan relacionades entre elles, de manera que seria possible arribar a formar una teoria general (Patterson, 1977: 15-16). El desenvolupament històric de la disciplina ha intentat els dos camins: generar explicacions parcials per arribar a la teoria general –és el cas de Piaget, Skinner o Bruner– o bé construir un paradigma global per després adaptar-lo a les diferents situacions –com van fer Maria Montessori o Rogers.

Una altra qüestió fonamental és la de l'estatus epistemològic de la Psicologia de l'Educació que, com veurem més endavant, està molt lligat a l'evolució històrica de la Psicologia i la Filosofia. Inicialment, les explicacions sobre l'aprenentatge formaven part de la reflexió filosòfica al voltant de la naturalesa humana però, a partir del s. XIX, amb l'aparició de noves teories i nous instruments de mesura que pretenien objectivar el coneixement psicològic, es va anar desvinculant progressivament de les seves arrels clàssiques i va anar adoptant els postulats del nou paradigma científic: així naixia la Psicologia com a ciència experimental, que es va anar reforçant a través de les successives aportacions del Conductisme –centrat en la conducta– i el Cognitivism – que va estendre la metodologia científica als processos mentals. Tanmateix, va passar un temps fins que no es va començar a plantejar la identitat de la Psicologia de l'Educació. Aquest és un altre tema de debat: quina és la seva situació dins el conjunt de disciplines que d'una manera o altra es relacionen amb la conducta humana entesa en sentit ampli? Les teories relacionades amb els processos d'aprenentatge sempre posseeixen dos vessants: un d'empíric (Pibernat, 1998: 82), relacionat amb la Psicologia, que proporciona les teories i evidències del funcionament bàsic de les persones; i un d'axiològic (Pibernat, 1998: 82), relacionat amb la Pedagogia, és a dir, amb l'aplicació pràctica de les primeres segons una finalitat relacionada amb la definició d'ésser humà i que també genera contextos d'avaluació o contrastació que serveixen de base a l'altre vessant. Per tant, hem de considerar que és Psicologia o que és Educació?

El primer a propugnar la seva individualitat va ser John Dewey (1859-1952), que va presentar la Psicologia de l'Educació com una ciència pont entre l'estudi de la conducta i la pràctica educativa (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 14). Un altre impuls important va venir de Thorndike, que volia aconseguir, mitjançant l'aplicació d'una concepció molt rígida del mètode científic, la creació d'una ciència completa de la Psicologia que unís el món de la Psicologia i el de l'Educació (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 15). El seu intent va fracassar precisament perquè –com també va passar en Arqueologia amb la *New Archaeology*– va adoptar un reduccionisme científic que situava la Psicologia de l'Educació en l'àmbit de les ciències més dures i això només li permetia acceptar les conclusions provinents de les observacions estrictament experimentals (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 17). Tot i que durant els anys propers a la II Guerra Mundial, la Psicologia educativa va entrar en crisi, les teories derivades de l'enfocament cognitiu van permetre superar aquest encallament perquè proposaven centrar l'atenció en la persona i els seu context històric i natural i van demostrar que es podia realitzar de manera rigorosament científica (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 20). Aquest pas va ser essencial perquè la disciplina es consolidés com a ciència prescriptiva del disseny educatiu (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 20).

La Psicologia educativa, per tant, pateix un problema de contingut derivat del fet que s'identifica amb dues disciplines que constitueixen dos àmbits d'estudi diferents: la Psicologia i l'Educació. Això contribueix a difuminar els seus límits i alhora, a lligar-la a l'evolució que pateixen cadascuna d'aquestes dues disciplines (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 23). Això no obstant, hi ha un mínim compartit per tothom i és que l'objecte d'estudi de la Psicologia cognitiva són els processos d'ensenyament -aprenentatge i els contextos en què s'inscriuen (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 24). El problema es planteja a l'hora de decidir si el seu objectiu ha de ser l'aplicació dels coneixements psicològics rellevants per al procés educatiu o bé ha de tractar-se d'una

ciència aplicada de ple dret, que desenvolupi els seus propis programes d'investigació i dissenyi eines específiques per dur-los a terme (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 24). Fins els anys 50 es va considerar que la relació entre la Psicologia i l'educació era unidireccional perquè només la primera podia proporcionar la base científica per tractar les qüestions relacionades amb el comportament humà, atès que aquest estava regit per unes lleis universals que, un cop establertes, es podien aplicar a qualsevol situació concreta (Coll, 2001: 36). Així doncs, la Psicologia educativa no es distingia de les altres especialitats de la Psicologia pels coneixements que aportava sinó per l'àmbit a què s'aplicaven i, per consegüent, la seva tasca principal era seleccionar aquells coneixements de la disciplina general més adequats per comprendre el comportament humà en els entorns educatius i intervenir-hi adequadament. A partir dels anys 60 aquesta concepció va canviar i es va entrar en una fase –encara vigent actualment– en què la Psicologia educativa s'entenia com el nexa d'unió entre l'Educació i la Psicologia que, fins llavors, havien quedat desconnectades (Coll, 2001: 41). Ausubel considerava que la Psicologia educativa era una ciència aplicada en què es podien desenvolupar tres vies d'investigació: la recerca pura, la recerca extrapolada de les ciències bàsiques i la recerca aplicada (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 24).

Per tant, la Psicologia educativa no es limita a ser una simple aplicació de la Psicologia general sinó una disciplina que es planteja problemàtiques sobre la conducta que es produeix en les situacions educatives i com a resultat d'aquestes, però intentant defugir qualsevol connotació purament funcional per intentar trobar lleis de caràcter general sobre el procés d'ensenyament - aprenentatge en els diferents contextos en què es pot produir. Això és el que la distingeix d'altres especialitats de la Psicologia i que determina la seva funció com a disciplina autònoma: partint de les aportacions generals d'aquella disciplina, ha d'elaborar instruments teòrics, conceptuals i metodològics rellevants per explicar el comportament humà en les situacions d'aprenentatge i dissenyar-ne d'altres per intervenir-hi (Coll, 2001: 37). La diferència entre la Psicologia i la Psicologia educativa és, doncs, que mentre la primera es limita a observar els processos psicològics que s'esdevenen en una situació educativa, la segona intenta construir lleis per aconseguir influir sobre ells de manera eficaç en funció d'una finalitat concreta (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 25). La prova és que actualment s'ha consolidat la figura de l'especialista en Psicopedagogia, branca que incorpora les aportacions de diferents disciplines –Psicologia educativa, clínica infantil, social, didàctica, organització escolar, etc.– cada cop més demandada des de l'àmbit de l'educació formal com a via per abandonar els enfocaments descriptius i crear models eficaços d'ensenyament. Una altra evidència a favor de la consolidació d'una Psicologia de l'educació independent és la presència de diverses branques internes, com ara la Psicologia de la instrucció, que es dedica a l'aprenentatge que es produeix en l'àmbit escolar.

Malgrat que veurem teories molt diverses, hi ha una qüestió que és vàlida per totes les explicacions i que cal explicitar des d'un bon principi: la distinció entre ensenyament i aprenentatge. De la premissa, esmentada a la introducció general d'aquest capítol, segons la qual l'aprenentatge és un procés de comunicació específic, caracteritzat fonamentalment per la seva intencionalitat i sistematització, es deriva la conclusió que existeix, d'una banda, un/a emissor/a que organitza uns continguts i la forma de transmetre'ls, és a dir, que constitueix un entorn d'ensenyament i, de l'altra, un/a receptor/a, que utilitza els elements anteriors per construir activament la seva concepció del missatge o d'allò al qual aquest es refereix, és a dir, per aprendre

(Clariana, 1994: 128). Juan Ignacio Pozo, Mikel Asensio i Mario Carretero ho expressen amb paraules més precises (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 214), en les quals es reflecteix l'herència dels tres paradigmes i, especialment, l'aportació del darrer:

“Los procesos de aprendizaje hacen referencia a la forma en que el alumno procesa la información que tiene que estudiar. En este sentido, el aprendizaje es un proceso exclusivamente psicológico que se produce en la mente de las personas y que se extiende desde el mismo momento del nacimiento a lo largo de toda nuestra vida. Muchos de nuestros aprendizajes son espontáneos o informales. Otros en cambio se producen en contextos de instrucción, esto es, están dirigidos externamente con el fin que alcancemos unas determinadas metas o conocimientos preestablecidos. [...] Así, las estrategias de enseñanza serían el conjunto de decisiones programadas con el fin de que los alumnos adquieran determinados conocimientos o habilidades.”

Amb aquestes idees prèvies, endinsem-nos en les explicacions sobre què és i com es produeix el procés d'ensenyament - aprenentatge. Com que l'objectiu és poder comprendre els avantatges o inconvenients que pot aportar l'ús de la RV amb aquesta finalitat, em centraré especialment el segon element, l'aprenentatge, mentre que el primer s'entendrà més aviat com a punt de partida o condicions prèvies, que vénen determinades per les aplicacions actuals de la RV.

II.5.3.3.5.2.2. Teories filosòfiques de l'aprenentatge

Introducció

Les teories filosòfiques de l'aprenentatge reuneixen tres concepcions del procés d'aprenentatge que van sorgir abans del s. XX però que continuen tenint influència en les escoles actuals. Aquest són la disciplina mental, el desenvolupament natural i la percepció. La característica comuna a totes tres és la seva orientació filosòfica: no són experimentals sinó que, com a molt, utilitzen el mètode introspectiu, és a dir, que l'autor examina i explica els seus propis processos mentals (Bigge i Hunt, 1973: 335).

La disciplina mental

La disciplina mental té les seves arrels a l'antiguitat clàssica i va perdurar durant tota l'Edat mitja, fins el s. XVII. Després va ressorgir durant la primera meitat del s. XX, i altre cop es va recuperar a partir dels anys 60 (Bigge i Hunt, 1973: 336). Parteix de la distinció en l'ésser humà de dues substàncies: la física i la mental (Bigge i Hunt, 1973: 336). Segons aquesta teoria, l'educació és un procés de disciplina i formació exclusiva de la ment, ja que aquesta no és material, no està vinculada al cos i, per tant, necessita un entrenament específic (Bigge i Hunt, 1973: 335, 337). Així doncs, l'aprenentatge és un procés de desenvolupament intern en què es conreen diferents forces, com ara la imaginació, la memòria, la voluntat i el pensament. Totes elles són facultats mentals que s'enforteixen a través de l'exercici constant i, consegüentment, el contingut té poca importància (Bigge i Hunt, 1973: 335).

El primer pensador que va defensar aquesta teoria va ser Plató, que en els seus escrits es va interessar per temes de tanta transcendència com la finalitat de l'educació, la naturalesa de l'aprenentatge o la relació entre professor i alumne. Ell creia que l'aprenentatge consistia en recordar les idees que ja es posseïen abans de néixer i també que hi havia disciplines més adequades en funció de les diferents activitats específiques (Bigge i Hunt, 1973: 349). Aristòtil, deixeble de l'anterior, també situava les idees innates com a base de l'aprenentatge, però hi afegia el paper dels sentits a l'hora d'informar les facultats de la ment (Bigge i Hunt, 1973: 349). Concretament, en va definir cinc: quatre que es compartien amb els animals –vegetativa, apetitiva, sensorial i locomotiva– i una que era exclusiva de les persones –la raó– (Bigge i Hunt, 1973: 377). Això demostra que la concepció sobre l'aprenentatge està molt lligada a la concepció sobre què és l'ésser humà.

La disciplina mental es va transmetre a través dels pensadors escolàstics fins a l'Humanisme. Malgrat la voluntat renaixentista de distingir-se del període anterior, són moltes les tradicions culturals que l'hi lliguen. En el cas de l'aprenentatge, el pensament humanista situava l'home al centre de l'univers: ell era amo i guia del seu creixement personal, la qual cosa té implicacions lògiques per a l'aprenentatge, ja que aquest es converteix en el motor principal del desenvolupament de l'ésser humà. Segons la concepció humanista, l'aprenentatge consisteix en un procés d'autodisciplina inflexible que ha de desenvolupar harmònicament totes les facultats de la persona (Bigge i Hunt, 1973: 338). El mètode socràtic va ser una estratègia didàctica molt popular en aquest període: la funció del mestre consistia en ajudar els estudiants a adonar-se d'allò que ja existia a les seves ments a través de les preguntes adequades. Aquesta estratègia es basa en la creença que el coneixement és innat –per tant, les influències del medi són mínimes– però que no es pot evocar sense l'ajuda d'un expert (Bigge i Hunt, 1973: 338). En certa manera, aquesta funció del mestre encara es troba a l'aprenentatge per descobriment.

La filosofia racionalista i idealista dels segles XVII i XVIII –amb autors com Descartes, Spinoza, etc.– va portar aquestes idees fins el s. XIX, que es pot considerar el gran segle de la disciplina mental. Altre cop, l'important no és adquirir nous coneixements sinó desenvolupar les facultats mentals amb l'ajut d'aplicacions específiques a problemes pràctics. Per això les Matemàtiques i les Llengües clàssiques es consideraven essencials: les primeres per la seva capacitat d'exercitar la ment; les segones perquè, tot i que ja no es feien servir com a llengua de comunicació, servien per entendre el pensament clàssic i també contribuïen a exercitar la ment (Bigge i Hunt, 1973: 339). En aquest moment es desenvolupen dues versions de la disciplina mental. La primera és la “tradició clàssica” (Bigge i Hunt, 1973: 341), que suposa que l'ésser humà està dotat naturalment d'una racionalitat que, amb un ensenyament adequat, li permet arribar a deduir les veritats essencials del món. Per tant, el coneixement consisteix en un conjunt de principis veritables que els grans pensadors han anat descobrint i plasman en els seus llibres. Els programes educatius d'aquesta tradició consideraven que l'important era exercitar les facultats mentals però també estudiar les veritats eternes recollides en alguns llibres de gran importància.

La segona versió de la disciplina mental és la Psicologia de les facultats. Ja existia implícitament a la tradició clàssica, però no va aparèixer com a doctrina explícita i formal fins el s. XVIII, per obra de Christian Wolff (1659-1754). La seva tesi és que la ment posseeix diferents facultats. Les generals són: coneixement –dividida en

percepció, imaginació, memòria i raó pura–, sentiment i voluntat (Bigge i Hunt, 1973: 341). La voluntat es refereix a la capacitat de posar en pràctica la decisió presa i té a veure amb les creences del moment sobre la bondat o maldat de l'ésser humà ja que, si la naturalesa humana és intrínsecament dolenta, cal una voluntat molt forta per sotmetre-la (Bigge i Hunt, 1973: 342). En aquest cas, la tasca del mestre consisteix a trobar els exercicis mentals que contribueixin a desenvolupar les diferents facultats i el coneixement no és tan important. De totes maneres, a finals del s. XIX es va donar més importància a les arts liberals clàssiques perquè incorporaven les grans veritats de l'experiència humana. Potser no tenien una utilitat pràctica immediata però els pedagogs del moment no hi donaven cap valor perquè el que comptava era que només els principis abstractes de la teoria pura podien estimular les capacitats específiques de l'ésser humà i, per tant, constituïen eines excel·lents per desenvolupar la ment (Bigge i Hunt, 1973: 343). Com que s'atorgava molta importància al paper de la voluntat, es procurava que el procés d'aprenentatge fos desagradable per tal d'enfortir-la: les classes eren difícils i avorrides i s'aplicaven càstigs severs –humiliació, assots– si l'alumne mostrava disconformitat o no seguia el ritme (Bigge i Hunt, 1973: 342).

Els defensors i defensores de la disciplina mental sostenien que la teoria i els mètodes de l'aprenentatge no podien ser valorats científicament perquè derivaven de la filosofia, malgrat que a principis del s. XX es començava a consolidar la psicologia educativa com a ciència experimental. El resultat és que els segons van començar a atacar el pla d'estudis clàssic perquè el consideraven rígid i dogmàtic (Bigge i Hunt, 1973: 344). És més, fins i tot Edward L. Thorndike i Robert P. Wodworth (1869-1962) es van proposar de comprovar empíricament –dins el marc de la concepció conductista– si la disciplina mental aconseguia els objectius que es proposava i la seva conclusió va ser negativa tant pel que fa a la metodologia com pel que fa a les disciplines considerades útils perquè l'únic factor realment determinant eren les capacitats prèvies de cada persona (Bigge i Hunt, 1973: 345). La creença en les capacitats innates també va quedar desmuntada pels conductistes, ja que ells consideraven que totes les facultats humanes, fins i tot les emotives, eren susceptibles de ser observades, apreses i modificades. Tanmateix, els feixismes van recuperar la tradició educativa clàssica com a vehicle per desenvolupar tot el potencial de l'ésser humà i, més concretament, d'algunes races superiors (Bigge i Hunt, 1973: 340).

L'aprenentatge per desenvolupament

L'aprenentatge per desenvolupament parteix de la teoria que l'home és bo per naturalesa i actiu en relació amb el seu entorn (Bigge i Hunt, 1973: 346). Els primers assaigs sobre aquest tema van ser escrits per J. J. Rousseau (1712-1778) i després represos per Pestalozzi i Froebel. El seu marc filosòfic es coneix com a naturalisme romàntic.

Rousseau creia que l'ésser humà és bo en estat natural i també amo d'ell mateix. Per aquest motiu, l'aprenentatge consistia en deixar que es desenvolupés en un entorn natural, lliure de la corrupció que generen la vida en societat perquè, tot i que és amo d'ell mateix, també és cert que l'entorn l'afecta (Bigge i Hunt, 1973: 347). Per això recomanava que els nens visquessin prop de la natura i que els mestres els deixessin seguir els seus impulsos naturals, ja que l'entorn rural afavoreix necessàriament el desenvolupament de les qualitats innates de les persones a partir dels seus interessos

(Bigge i Hunt, 1973: 347). La relació d'aquesta teoria amb la Psicologia evolutiva és clara: totes dues equiparen l'aprenentatge amb el desenvolupament infantil de les capacitats cognitives. Per tant, segons aquesta teoria filosòfica, l'aprenentatge ha de ser una cosa natural, individual, sense imposicions externes: situen el protagonisme en la persona i no en el medi i per això cal deixar que cada etapa es desenvolupi naturalment, en funció de les seves necessitats intrínseques que, en el cas dels nens i nenes, procedeix dels instints propis de la naturalesa humana (Bigge i Hunt, 1973: 348). En aquesta forma d'entendre l'ésser humà i la seva educació es troba part de l'explicació del caràcter dels personatges romàntics, tant a la vida real com a les novel·les escrites en aquesta època, com ara *Cims borrascosos*, d'Emily Brontë.

Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) va néixer a Zuric i va estudiar a la seva universitat, en la qual va rebre la influència del pensament de Rousseau. Posteriorment, va desenvolupar aquestes idees a través de diferents escrits i, sobretot, de l'aplicació pràctica del seu sistema educatiu a les escoles infantils que va dirigir (A.A.D.D., 2003a). Tot i que es basava en els postulats de Rousseau, Pestalozzi discrepava d'ell en algunes idees bàsiques perquè considerava que no n'hi havia prou amb la reforma de l'ambient, sinó que calia una acció educativa explícita. Amb aquest objectiu va sistematitzar la funció del professor (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 13) com a guia perquè els nens i nenes aprenguessin a través de la pràctica i l'observació, és a dir, utilitzant naturalment els seus sentits (A.A.D.D., 2003a). Pestalozzi defensava la individualitat de l'infant i la necessitat que los mestres estiguessin preparats per fomentar el desenvolupament integral de l'alumne/a més que no pas per implantar-li coneixements. Les seves idees han exercit gran influència en els sistemes de l'escola elemental del món occidental, particularment en la formació del professorat (A.A.D.D., 2003a).

Friedrich Wilhelm August Froebel²⁰³ (1782-1852) va estudiar i col·laborar entre 1806 i 1810 amb Pestalozzi, del qual va adoptar les línies generals de pensament, tot i que la seva formació era principalment autodidacta. Les seves idees per educar els nens en edat preescolar el van portar a fundar el 1837 el primer "jardí d'infància". El seu sistema es centrava en animar el desenvolupament integral dels infants a través de l'activitat i del joc. Malauradament, les seves idees eren massa modernes per ser acceptades per la societat i això va comportar que tingués problemes econòmics per tirar endavant el seu projecte i, fins i tot, que el govern prussià tanqués tots els jardins d'infància des del 1851 fins el 1860. Tanmateix, a partir de la dècada del 1850 els seus deixebles, entre els quals es trobava John Dewey, van difondre les seves institucions per l'Europa occidental i els EUA. Froebel és considerat un dels més grans innovadors de la ciència de l'educació en el segle XIX. La institució del jardí d'infància segueix vigent a tot el món, la qual cosa demostra la validesa de les seves propostes.

La percepció

Aquesta escola es basa en el concepte d'idea i considera que hi ha percepció quan una idea s'associa conscientment amb altres idees que ja es posseïen (Bigge i Hunt, 1973: 348). En contraposició a les dues escoles anteriors, sosté que no hi ha idees innates, sinó que tot el que una persona sap ve de l'exterior i s'integra a partir

²⁰³ Informació extreta de (A.A.D.D., 2003a).

d'associacions més o menys generals (Bigge i Hunt, 1973: 349). Aquesta concepció prové d'Aristòtil, que va observar que el record d'una informació era més fàcil si la persona associava simultàniament aquella dada amb una altra i va definir quatre classes de connexions: contigüïtat, successió, semblança i contrast (Bigge i Hunt, 1973: 350).

L'autor més important d'aquesta teoria és John Locke (1632-1704), que s'oposava a l'innatisme o el racionalisme de Descartes i per això afirmava que les persones en néixer eren com una *tabula rasa* en què les informacions provinents dels sentits escrivien tot el que una persona sabia. Però no considerava que la ment fos un simple receptacle passiu –perquè llavors les idees s'acumularien desordenadament– sinó que hi havia un sentit intern que organitzava les unitats d'informació i formava idees complexes a partir de les diferents formes d'associació de les més simples (Bigge i Hunt, 1973: 351). Això també significava que la naturalesa humana no era ni bona ni dolenta, sinó fruit de l'experiència vital i, per tant, el paper dels mestres era proporcionar l'ambient i les informacions adequades per “construir” la ment dels alumnes, per educar les seves facultats (Bigge i Hunt, 1973: 351). L'aportació de Locke va ser transcendental perquè fins el s. XVII l'educació s'havia basat en els postulats de la disciplina mental transmesos des de la Grècia clàssica. A partir d'ell es va formar una nova concepció de l'aprenentatge que, de la mà de Herbart, acabaria portant a la formulació d'una de les dues grans categories de teories científiques sobre l'aprenentatge, l'associacionisme, en què s'agrupen totes les teories que considerin que l'aprenentatge consisteix en combinacions d'elements irreductibles. Per estudiar l'aprenentatge dins aquest marc es fa servir un mètode analític o reductiu, que consisteix en descompondre els processos en els constituents més bàsics –que poden ser mentals o físics– per veure com es connecten (Bigge i Hunt, 1973: 349).

Es considera que Johann Friedrich Herbart (1776-1841), successor de Kant a la càtedra de Filosofia de Königsberg, va desenvolupar la primera teoria psicològica moderna de l'aprenentatge perquè volia equiparar els coneixements sobre l'ésser humà amb les disciplines científiques, com ara la Física o la Biologia (Bigge i Hunt, 1973: 353). Però aquesta teoria també tenia aplicacions pràctiques o ètiques ja que, partint de la premissa que les persones naixien amb les capacitats a zero, el seu objectiu era educar els nens i nenes perquè fossin bons (Bigge i Hunt, 1973: 351-352). El paper del mestre era atraure l'atenció dels estudiants cap aquelles idees que havien de regir les seves vides i, per aconseguir-ho, havia de dissenyar experiències adaptades a les idees preexistents en cada persona (Bigge i Hunt, 1973: 357). Herbart mantenia la tradició de la dualitat ment - cos i pensava que les persones eren simples recipients en què operaven les lleis de la “química mental”, és a dir, que no hi havia cap disposició innata per a la percepció, el pensament, la voluntat i l'acció (Bigge i Hunt, 1973: 353). La ment no era un conjunt de facultats –deixant de banda la receptivitat, que era passiva– sinó d'idees i estats mentals. La diferència amb Locke és que, mentre que aquest considerava que les associacions que realitza la ment eren de naturalesa passiva, Herbart creia que les idees eren dinàmiques (Bigge i Hunt, 1973: 351).

La noció de “química mental” és una metàfora explicativa del procés d'aprenentatge segons Herbart: cada estat mental posseeix una qualitat que determina que s'atràgui o es repel·leixi amb altres idees; per aquest motiu, la combinació mental d'un moment concret determinarà l'atenció i els processos mentals subsegüents, ja que només s'aprenen les coses que es poden relacionar amb la massa perceptiva ja existent, que està situada en l'inconscient, i en la qual les idees malden per travessa el llinard i tornar

a l'àmbit conscient. Quan això es produeix, el centre d'atenció es desplaça i la idea que l'ocupava anteriorment torna al nivell inconscient (Bigge i Hunt, 1973: 354-356). Dos principis bàsics de funcionament de la ment són la freqüència i l'associació. En el primer cas, s'estableix que com més vegades una idea ha estat a la consciència, més fàcil li és tornar-hi; en el segon cas, les idees afins es poden combinar entre elles per actuar com a grup i llavors tenen més pes dins la ment (Bigge i Hunt, 1973: 356). Herbart també va seqüenciar el procés d'aprenentatge i va distingir tres nivells: l'activitat sensitiva, la intervenció de la memòria per reproduir les idees prèvies i el pensament conceptual o comprensió, que s'esdevé quan els atributs comuns entre unes i altres es fan visibles (Bigge i Hunt, 1973: 356). Paral·lelament, va establir les activitats que el mestre havia de dur a terme, és a dir, que també va definir el procés d'ensenyament, dividit en cinc fases fonamentals (Bigge i Hunt, 1973: 358):

- **Preparació:** recuperació de les idees prèvies.
- **Presentació:** presentació de les noves dades.
- **Comparació i abstracció:** si les dues fases anteriors han estat realitzades correctament, els alumnes s'adonaran que els fets presentats són similars als que ja coneixien i automàticament les idees s'associaran per la seva afinitat natural. La selecció d'un element comú implica també l'actuació d'un procés d'abstracció.
- **Generalització:** la fase anterior permet realitzar un raonament inductiu en relació amb el fenomen explicat o observat.
- **Aplicació:** a partir d'ara, aquesta informació general es podrà aplicar a altres situacions similars.

La influència de les seves idees es va estendre als EUA des de la primera meitat del s. XIX fins a principis del XX, en què van ser durament atacades per l'escola conductista (Bigge i Hunt, 1973: 352). Un dels principals objectius de la crítica va ser el mètode, ja que Herbart rebutjava qualsevol experiment empíric i era partidari de la introspecció (Bigge i Hunt, 1973: 354). També es criticava la concepció de la ment com a entitat passiva i les idees com a encarregades del pensament (Bigge i Hunt, 1973: 361). Pel que fa a les aplicacions pràctiques, es considerava que el procés d'ensenyament definit per Herbart era excessivament mecanicista i doctrinal, ja que suposava que, com que els/les alumnes eren simples recipients d'informacions, el/la mestre només havia de treballar perquè els alumnes l'entenguessin però no perquè reflexionessin (Bigge i Hunt, 1973: 361). Aquesta idea és clarament oposada a les concepcions actuals sobre l'educació, que posen un èmfasi especial en el paper de la interacció.

Tanmateix, la teoria de Herbart posseeix el mèrit de ser la primera en rebutjar la disciplina mental i la psicologia de les facultats i proposar un enfocament psicològic del procés d'ensenyament - aprenentatge, és a dir, basat en el coneixement científic de l'ésser humà i les seves funcions mentals. Tot i que avui dia ja no hi ha cap professional de l'Educació o la Psicologia que accepti la teoria de Herbart en conjunt, algunes de les seves idees encara es troben presents, de manera implícita, en les estratègies educatives. Per exemple, la necessitat de conèixer les característiques prèvies dels estudiants per

ampliar-les i enriquir-les; el paper de l'interès; o bé la convicció que l'escola també ha d'ocupar-se de fomentar determinades actituds, valors i normes. Per altra banda, les seves tasques per desenvolupar una teoria científica –tot i que no experimental– van ser fonamentals per l'aparició posterior de l'estructuralisme (Bigge i Hunt, 1973: 362), desenvolupat al s. XIX a Alemanya per Wundt i als EUA per Titchener, com ja hem vist a l'apartat d'història de la percepció visual.

II.5.3.3.5.2.3. Teories científiques de l'aprenentatge

Introducció

Les dues famílies més importants de la teoria contemporània de l'aprenentatge són l'associacionisme estímul - resposta i la Gestalt, que es van desenvolupar durant el s. XX, però les seves arrels s'endinsen en els segles anteriors i tenen com a precursors més immediats la disciplina mental i la percepció (Bigge i Hunt, 1973: 365).

Tot i que s'oposen en molts aspectes, les dues teories esmentades comparteixen algunes característiques generals, com ara que es basen en l'estudi científic de l'ésser humà i que parteixen de la premissa que la seva proclivitat moral és neutra (Bigge i Hunt, 1973: 365). I també cal dir que a l'interior de cadascuna de les dues famílies hi ha discrepàncies a l'hora de definir conceptes concrets o explicar els fenòmens observats (Bigge i Hunt, 1973: 367). Malgrat que es tracta de teories científiques, la posició filosòfica dels seus defensors determinarà els experiments que realitzen i les conclusions que n'extreuen. La major part de les divergències parteixen del desacord respecte de la naturalesa fonamental de l'ésser humà, la percepció, la motivació i la relació amb l'entorn (Bigge i Hunt, 1973: 368). Concretament, els associacionistes s'emmarquen dins una concepció realista, per la qual cosa, defensen el positivisme lògic i, per altra banda, consideren que les persones són criatures que reaccionen mecànicament als estímuls del medi. Aquesta és una idea que ja es trobava en Herbart, malgrat que encara sostenia una idea dual de l'essència humana (Bigge i Hunt, 1973: 381). Els gestaltistes, en canvi, es situen dins una tendència pragmàtica, derivada del relativisme positiu, i opinen que les persones són éssers dotats de voluntat, que interactuen activament amb l'entorn (Bigge i Hunt, 1973: 379).

L'Associacionisme estímul – resposta

Durant les dècades de 1920 i 1930, les idees de Herbart, que s'havien aplicat àmpliament a les escoles, van començar a caure en desús perquè s'estava adoptant una nova forma d'Associacionisme, propugnada per John B. Watson i Edward L. Thorndike. A partir dels seus treballs es va crear una nova escola anomenada neoconductisme i encapçalada per B. F. Skinner o E. R. Guthrie.

A l'apartat sobre el corrent filosòfic de l'aprenentatge anomenat de la Percepció exposava que l'aportació de Locke va ser determinant per l'aparició de l'Associacionisme. Tanmateix, hi ha una diferència entre el seu pensament i les idees de l'Associacionisme modern: mentre que el filòsof britànic s'ocupava de les idees de la ment, els psicòlegs moderns s'interessaven per les conductes externes, perquè tan real i important era el cos com la ment (Bigge i Hunt, 1973: 368). Wilhelm Wundt (1832-

1920) partia d'una formació com a metge i fisiòleg, que va practicar abans de fundar a Leipzig el laboratori experimental amb què s'inauguraria la Psicologia moderna. Tot i que en aquest laboratori es treballava seguint una metodologia introspectiva, a finals del s. XIX s'havia generalitzat la creença que la Psicologia no seria científica fins que no es basés en l'observació dels processos corporals perquè eren els únics verificables empíricament (Bigge i Hunt, 1973: 369). Per tant, la introspecció s'havia d'orientar cap a l'estudi de comportaments observables, derivats dels processos interns. Durant els darrers anys del s. XIX i principis del XX, la Psicologia es va dotar de nous mètodes i tècniques de mesura, que van generar una gran quantitat de coneixements psicofísics.

És en aquest context que s'emmarquen els experiments de Pàvlov a Rússia i de Thorndike als EUA. El fisiòleg rus Ivan Pàvlov (1849-1936) és conegut pels seus treballs sobre la fisiologia del cor, el sistema nerviós i l'aparell digestiu. Els seus experiments més famosos, realitzats el 1889, van demostrar l'existència de reflexes condicionats i no condicionats en els gossos. Mentrestant, un altre pioner alemany de la Psicologia experimental, Hermann Ebbinghaus (1850-1909) desenvolupava tècniques experimentals per l'estudi de la memòria, investigant per primera vegada i de forma científica els processos mentals superiors. Els seus estudis van servir per demostrar que era possible controlar i mesurar l'aprenentatge a través de tècniques experimentals (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 15). Tant és així que de seguida es va reconèixer la importància d'aquest enfocament i es va aplicar a la pràctica quotidiana de les escoles.

També en aquest moment, el filòsof i psicòleg nord-americà William James (1842-1910), que va desenvolupar la teoria del pragmatisme, va fundar un laboratori a la Universitat de Harvard que, influït per les teories de Charles Darwin, es proposava d'investigar l'adaptació del comportament individual als diferents entorns (A.A.D.D., 2003a). Aquesta aproximació funcionalista al comportament va portar William James a estudiar àmbits de coneixement amb una aplicació pràctica, com ara l'educació, i també a realitzar diversos suggeriments de tipus psicopedagògic al seu llibre *Talks to teachers on Psychology* (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 14). Les idees de James van tenir una gran influència en el pensament general del moment i, concretament, des del nostre punt de vista, en dos autors fonamentals pel desenvolupament de la Psicologia educativa.

El primer és John Dewey, que durant tota la seva vida va treballar als EUA com a investigador i professor universitari de la teoria de l'educació. Com a filòsof, Dewey va fundar un corrent de pensament anomenat instrumentalisme o experimentalisme, derivat del pragmatisme de James, en el qual emfasitzava els aspectes pràctics i la necessitat de canvi permanent per adaptar-se a les necessitats i circumstàncies concretes. El seu objectiu era demostrar que les idees filosòfiques poden actuar en els assumptes de la vida diària: el procés de pensament no era altra cosa que un mitjà per planificar l'acció i superar els obstacles entre la realitat i els objectius (A.A.D.D., 2003a). Aquestes idees servien de base per la seva proposta educativa, els principis de la qual verificava a la seva escola laboratori, oberta el 1896 a la Universitat de Chicago amb caràcter experimental. Dewey creia que l'aprenentatge s'havia de basar en la realització d'activitats diverses en lloc de recolzar-se en els continguts curriculars i els mètodes autoritaris tradicionals. En relació amb aquests, opinava que el sistema educatiu de la seva època no proporcionava una preparació adequada orientada a la vida en una societat democràtica i va criticar els diferents tipus d'educació que emfasitzaven,

respectivament, la diversió relaxada dels estudiants, l'entreteniment sense més i l'orientació exclusiva al món professional (A.A.D.D., 2003a). Però, a més, considerava que l'educació no havia de ser simplement una preparació per la vida futura, sinó que havia de tenir sentit ple en la seva realització mateixa. La seva aportació va tenir una gran influència en les pràctiques educatives del s. XX i, més concretament, va originar el moviment de l'escola activa, que es basava en el concepte del “*learning by doing*” (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 14).

Un altre dels seus alumnes, Edward Lee Thorndike (1874-1949), és considerat el primer psicòleg de l'educació perquè en el seu llibre *Psicologia de l'educació* (1903), propugnava l'ús de metodologies científiques i quantitatives. També se'l considera el fundador del **Connexionisme**. Edward Lee Thorndike va ser un psicòleg eclèctic perquè recollia certes idees de Herbart i també de la Psicologia fisiològica del moment (Bigge i Hunt, 1973: 370). Entre 1913 i 1914 va publicar tres volums en què es recollien gairebé totes les investigacions psicològiques científiques que eren rellevants per a l'educació (A.A.D.D., 2003a). Thorndike va realitzar importants contribucions a l'estudi de la intel·ligència i de la mesura de les capacitats i també va desenvolupar una influent teoria de l'aprenentatge que descrivia la relació entre els estímuls i les respostes. Per ell, l'aprenentatge consistia en les diverses combinacions d'una unitat mental –informació que es percep– i una unitat física –un estímulo o una resposta (Bigge i Hunt, 1973: 370). És per aquest motiu que la seva teoria s'anomena “enllaç E-R” o “Connexionisme”.

Mitjançant els experiments amb animals, Thorndike va formular diverses lleis primàries i secundàries, com ara la llei de la repetició –com més es repeteixi la reacció a un estímulo induït, major serà la seva retenció–, la llei de l'efecte –els efectes del premi i el càstig– i els principis del reforç –s'aprèn més fàcilment aquella acció el resultat de la qual és més satisfactori– que va aplicar al desenvolupament de tècniques especials d'aprenentatge a l'aula (A.A.D.D., 2003a). La idea bàsica era que a través del condicionament es podien obtenir, esglaonadament, respostes específiques a estímuls concrets (Bigge i Hunt, 1973: 370). Tot i el mecanicisme d'aquesta teoria, també es va observar que si hi havia motivació, l'aprenentatge era més ràpid; una idea fonamental dins les teories actuals.

Com ja hem vist al capítol sobre percepció, el **Conductisme** va ser desenvolupat a principis del segle XX pel psicòleg nord-americà John B. Watson (1878-1958) com a reacció a l'estudi dels fenòmens psicològics interns mitjançant la introspecció. Per això Watson va emfasitzar encara més que l'autor anterior la necessitat d'emprar només procediments objectius, com ara experiments de laboratori dissenyats per establir resultats estadísticament vàlids. L'aportació de Watson és important des del nostre punt de vista perquè defineix la Psicologia com una ciència del comportament –i no pas de la ment– i això posseeix implicacions immediates per a l'aprenentatge. El seu enfocament estava molt influït per les recerques pioneres de Pàvlov sobre el condicionament animal, per això Watson va formular una teoria psicològica en termes d'estímulo - resposta (A.A.D.D., 2003a; Bigge i Hunt, 1973: 372). En aquesta teoria, totes les formes complexes de comportament –les emocions, els hàbits i, fins i tot, el pensament i el llenguatge– s'analitzen com a cadenes de respostes simples musculars o glandulars que poden ser observades i mesurades (A.A.D.D., 2003a). En contraposició a Thorndike, que separava les unitats mentals de les físiques, Watson sostenia que les reaccions emocionals eren apreses de la mateixa manera que qualssevol altres (A.A.D.D., 2003a).

Aquesta teoria va generar un gran increment de l'activitat investigadora sobre l'aprenentatge en animals i en éssers humans, sobretot pel que fa al desenvolupament infantil, i va crear un corpus metodològic d'aprenentatge basat en la premissa que qualsevol ésser viu superior és capaç d'adquirir una conducta si s'associa amb una situació a la qual és sensible, de manera que, en realitat, no s'està fent altra cosa que substituir un estímul per un altre (Bigge i Hunt, 1973: 373).

A partir de 1920, el Conductisme va esdevenir el paradigma de la Psicologia acadèmica, sobretot als EUA. Pels volts de 1950 l'escola conductista havia generat nombroses dades sobre l'aprenentatge, la qual cosa va portar els nous psicòlegs experimentals nord-americans, com ara B. F. Skinner, a formular les seves pròpies teories sobre comportament i l'aprenentatge, basades també en experiments de laboratori en lloc de les tradicionals observacions introspectives.

B. F. Skinner és important perquè va crear una branca distinta, coneguda com a Conductisme radical o **Neoconductisme**, i perquè, pel context polític i social en què li havia tocat de viure, estava preocupat per les aplicacions pràctiques de la seva disciplina, tant des del punt de vista epistemològic com educatiu. La seva postura és similar a la de Watson, segons la qual Psicologia ha d'estudiar el comportament observable de les persones en interacció amb el medi que les envolta. La diferència bàsica amb les escoles anteriors és que, a l'hora d'explicar l'aprenentatge, no donaven tanta importància al funcionament del sistema nerviós sinó a la seva manifestació conductual (Bigge i Hunt, 1973: 374). També diferia de Watson en la idea que els sentiments també s'havien d'estudiar a través de mètodes experimentals controlats: per ell, fins i tot les conductes deliberades havien de poder-se explicar en termes mecànics. Així, les conductes conscients no serien altra cosa que el producte d'una pauta d'estímuls en què uns són més potents que els altres i per tant arrossegueu l'organisme en un sentit en lloc d'un altre (Bigge i Hunt, 1973: 375). Una altra diferència és que ara la concepció atomista dels conductistes i dels connexionistes, que tendien a intentar trobar les unitats mínimes que regien el comportament, es considerava excessivament simplista i s'havia substituït per les nocions de "situacions d'estímul" i "conducta en massa", és a dir, configuracions globals de l'entorn i de les respostes de l'organisme més properes a la teoria de la Gestalt (Bigge i Hunt, 1973: 376).

Les seves recerques amb animals centrades en el condicionament operant o instrumental van demostrar que els comportaments més complexos, com ara el llenguatge o la resolució de problemes, podien estudiar-se científicament a partir de la seva relació amb les conseqüències que presenten per al subjecte i eren susceptibles de ser modificades a través de programes de reforç i extinció contingents (Monereo, 2002: 29). Per tant, l'aprenentatge consistia en un canvi més o menys permanent de la conducta que es produïa com a resultat de la pràctica: els estímuls provinents del medi generaven una resposta en l'organisme que quedava més fixada com més vegades es repetís la combinació (Bigge i Hunt, 1973: 408). Aquest fenomen rebia el nom de "condicionament" i l'Associacionisme el considerava sinònim d'aprenentatge. El condicionament es divideix en dues categories bàsiques (Bigge i Hunt, 1973: 409-410):

- **Clàssic:** estudiat per Pàvlov, es basa en el principi de l'adhesió, és a dir, que hi ha una relació única i directa entre un estímul i una resposta. L'exemple més famós és el del gos al qual venia salivació en sentir una campana perquè

prèviament se li havia fet associar aquell so amb la presència immediatament contigua d'aliments.

- **Instrumental:** estudiat per Thorndike, hi intervé un reforçament –basat en la reducció o satisfacció d'una necessitat orgànica– que fa que augmenti la probabilitat que es produeixi una resposta determinada en presència d'un estímul concret. L'exemple més habitual és el mètode d'ensinistrament de gossos, als quals es dona un premi quan es comporten adequadament i, en canvi, es castiga per extingir una conducta no desitjada.

A partir d'aquests experiments, van sorgir quatre teories de l'aprenentatge –condicionament contigu, teoria del reforçament, condicionament operant instrumental i teoria quantitativa– que es distingeixen per les interpretacions de les relacions entre els estímuls i les respostes en els processos d'aprenentatge (Bigge i Hunt, 1973: 413-417).

El Neoconductisme considerava que l'aprenentatge és una formació d'hàbits involuntària: aquests es fixen com a resultat del condicionament que enllaça les respostes desitjades als estímuls específics (Bigge i Hunt, 1973: 417). Com que partia d'una noció positivista del món, l'escola conductista tendia a crear entorns controlats susceptibles de modificar les conductes i a triar matèries que reflectissin fets i pràctiques útils per la societat (Bigge i Hunt, 1973: 382). En el cas concret de Skinner, l'autor estava molt decebut per les pràctiques educatives del seu moment, basades en la disciplina mental, concepció que desconeixia que no hi havia relació entre els seus mètodes i els resultats i, fins i tot, defensava l'ensenyament desagradable, la qual cosa provocava, en opinió de Skinner una aversió a l'escola que provocava l'efecte contrari al que es pretenia (Bigge i Hunt, 1973: 458). Per aquesta raó propugnava el condicionament instrumental com a metodologia educativa realment eficaç, perquè coneixia exactament el mecanisme causal que unia un estímul i una resposta.

Malgrat les transformacions aportades pels paradigmes posteriors, l'educació programada d'Skinner encara fonamenta les tècniques d'ensenyament actuals, com ara el fet que a l'alumne/a se li presenten, de forma ordenada, una sèrie de petites unitats d'informació, cada una de les quals ha de ser apresada abans de passar a la següent, la qual cosa permet que cada alumne progressi al seu ritme (A.A.D.D., 2003a; Bigge i Hunt, 1973: 457). A més de la necessitat d'utilitzar un programa estructurat amb molta cura, també procedeix de Skinner la idea que els alumnes han de treballar en un ambient distès en què els reforçaments positius –com ara els premis o, sobretot, la manipulació del seu entorn– substitueixin els càstigs (Bigge i Hunt, 1973: 458). També va introduir l'ús del mètode experimental per a l'estudi dels casos individuals i va demostrar que alguns principis de la modificació de conducta són útils per ajudar a resoldre problemes pràctics de l'aprenentatge, com ara reduir el soroll a les classes o augmentar el temps d'estudi dels alumnes (A.A.D.D., 2003a). Tant és així, que s'han creat programes de formació permanent del professorat perquè sigui capaç de millorar les capacitats d'aprenentatge del seu alumnat en assignatures complicades, com la lectura o les Matemàtiques (A.A.D.D., 2003a).

La teoria de camp cognitiu - Gestalt

Aquesta teoria es va formar a Alemanya durant els primers anys del s. XX, de la mà de Max Wertheimer (1880-1943), Wolfgang Köhler (1887-1967), Kurt Koffka (1886-1941) i Kurt Lewin (1890-1947), que he esmentat anteriorment com a fundadors de l'escola gestaltista de la percepció. Precisament, aquests autors consideraven l'aprenentatge com un fenomen íntimament lligat a la percepció: la persona que percep tendeix a introduir-hi unes qualitats que van més enllà dels simples estímuls físics, els organitza per dotar-los de significat; per tant, l'aprenentatge consistia en la reestructuració del món perceptiu i conceptual de les persones, és a dir, del seu camp cognitiu (Bigge i Hunt, 1973: 366, 377). El nom de teoria de camp cognitiu prové de la unió de dues teories (Bigge i Hunt, 1973: 487). La teoria cognitiva es centrava en la manera com les persones assoleixen una comprensió d'elles mateixes, de l'entorn i de com posar en relació una cosa i l'altra. La teoria de camp partia de la idea que tota activitat psicològica es produeix en un camp, és a dir, un espai format per les interrelacions concurrents en qualsevol situació. En el cas concret de la Psicologia, el camp significa la totalitat del món psicològic en què viu una persona en un moment concret i la comprensió que posseeix una persona del seu camp és el seu coneixement de l'estructura cognitiva del seu espai vital.

Köhler és famós perquè va realitzar un estudi sobre l'aprenentatge en els ximpanzés amb l'objectiu de comprovar la hipòtesi de Thorndike que l'aprenentatge no era res més que un conjunt de temptatives d'assaig i error en què les respostes correctes es graven gradualment (Bigge i Hunt, 1973: 378). Les seves observacions van demostrar que els ximpanzés desenvolupaven conductes introspectives i, per tant, que els postulats més fonamentals del Conductisme eren incorrectes. La teoria del camp cognitiu va evidenciar les limitacions de la perspectiva fisiològica associacionista i va situar el coneixement –en lloc de la conducta– al centre de l'aprenentatge: aquest consistia en l'adquisició deliberada, exploradora i creativa, de nous coneixements o la modificació dels anteriors (Bigge i Hunt, 1973: 418). Per tant, l'aprenentatge no era una resposta corporal mecànica, sinó un procés de pensament o de conceptualització. Això demostra l'origen de l'oposició entre ambdues grans escoles és més epistemològica que conceptual: la Gestalt es dedica a descriure aquests processos de raonament, mentre que l'Associacionisme rebutja completament la noció de pensament, no pas perquè no existeixi, sinó perquè considera que es tracta d'un fenomen intern i, conseqüentment, no analitzable mitjançant mètodes científics.

El concepte de coneixement implica variables emotives, cognitives i psicofísiques. El coneixement no és únic i absolut, sinó que permet la quantificació a diferents nivells: perquè una persona aprengui una cosa no cal que compregui tots els aspectes del seu ús, sinó que qualsevol grau de sensació d'una pauta és suficient per constituir un aprenentatge cognitiu (Bigge i Hunt, 1973: 420). En altres paraules, el coneixement inclou l'adquisició de dades factuais concretes però també els raonaments i conductes establerts a partir d'aquestes. En el marc teòric gestaltista, el terme "conducta" posseeix un significat molt diferent al que li atorgaven els associacionistes perquè consideren que aquests associaven erròniament el veritable aprenentatge amb el seu resultat extern: un canvi en la conducta fisiològica no implica necessàriament que s'hagi produït aprenentatge i també és possible que aquest s'esdevingui i no es puguin observar canvis externs (Bigge i Hunt, 1973: 424). En conclusió, habitualment, quan una persona aprèn, la seva conducta canvia, però això no implica que la presència d'aquesta manifestació

externa sigui condició necessària perquè hi hagi aprenentatge. Això no significa, com ja he esmentat anteriorment, que els associacionistes defensin la inexistència del raonament simbòlic, perquè estaria en flagrant contradicció amb les observacions més evidents sobre l'ésser humà. En realitat, opinen que es tracta d'una etapa intermèdia entre els estímuls i les respostes observables, és un mitjà –un conjunt de petites respostes preparatòries– orientades a una finalitat conductual que el transcendeix (Bigge i Hunt, 1973: 427-428). Per tant, es pot qualificar en si mateix de conducta, però presenta l'inconvenient que no és observable i, en molts casos, per superar aquest entrebanc, s'associa amb el llenguatge parlat, que sí es pot estudiar en termes fisiològics (Bigge i Hunt, 1973: 428).

Des del punt de vista gestaltista, el factor determinant de l'aprenentatge és el procés de pensament associat a una acció i no l'acció mateixa (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 77). En el fons, la conducta es produeix en un espai vital –format per la persona i el seu ambient psicològic (característiques, objectius, ideologies)– més que no pas en un espai observable i, per aquest motiu, distingeixen entre conducta –la forma en què es capten les coses– i locomoció –el desplaçament cap a diferents espais vitals (Bigge i Hunt, 1973: 481, 482). Kurt Lewin considerava que l'aprenentatge consistia en quatre tipus de canvis (Bigge i Hunt, 1973: 483-484):

- En l'estructura cognitiva: desenvolupament dels coneixements perceptius, és a dir, els aspectes estructurals d'una situació.
- En la motivació: aprendre a acceptar o rebutjar certs aspectes de l'espai vital. Estan determinats pels anteriors.
- En la ideologia: es refereix a les percepcions d'un/a mateix/a i de les persones que l'envolten. També depenen dels primers.
- En el control voluntari les habilitats musculars.

Les diferències fonamentals entre aquesta teoria i l'anterior són cinc (Bigge i Hunt, 1973: 489-497). En primer lloc, l'enfocament relativista de la percepció i la realitat: els fenòmens no es poden definir en termes objectius sinó que depenen de la manera de ser de cada persona. Això determina la segona diferència, i és que s'interpreta la conducta com a acció deliberada: els processos cognitius estan profundament influïts pels objectius individuals; tot, fins i tot l'aprenentatge, està encaminat a la consecució d'un propòsit circumscrit al món de l'experiència. Per tant –tercera diferència– aquesta teoria posa més èmfasi en les funcions psicològiques i els esdeveniments que no pas en els objectes i els moviments físics. Tenint en compte la importància de la cosmovisió individual, els estudis del camp cognitiu sempre partiran d'una descripció detallada de la situació, que no es considera de manera aïllada, sinó dependent de la persona involucrada –aquesta és la quarta diferència– i que està regida pel principi de contemporaneïtat, que significa que en cada moment tots elements que conformen l'espai vital estan determinant en major o menor grau la conducta d'aquella persona.

La teoria de camp cognitiu - Gestalt es pot considerar una síntesi entre el naturalisme romàntic de Rousseau i el realisme científic, ja que consideren que les persones es desenvolupen a través de la interacció entre les seves característiques innates i l'entorn cultural (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 77). Com a conseqüència d'aquesta

postura filosòfica, s'orienta l'educació no pas a l'adquisició de coneixements veritables sinó al desenvolupament de les seves pròpies capacitats de cara a la comprensió del món i l'actuació coherent en ell (Bigge i Hunt, 1973: 383). L'escola gestaltista ha d'ensenyar a pensar autònomament perquè la persona sigui capaç de generar els quatre tipus de canvis descrits anteriorment. Per això el seu interès principal és la comprensió psicològica de la persona sempre tenint en compte el seu procés de maduració perceptiva i cognitiva per poder predir la seva conducta en relació amb uns objectius que, normalment, s'inscriuen dins el marc l'educació formal. Per tant, l'aprenentatge es concep com un procés dinàmic que ha de tenir en compte variables externes i internes de l'individu. Moltes d'aquestes idees fonamentals van transcendir al Constructivisme i es troben a la base del nostre sistema educatiu actual.

El Constructivisme

Constructivisme és el nom sota el qual s'agrupen diverses teories psicològiques i pedagògiques que tenen en comú el fet d'entendre l'elaboració del coneixement humà com un procés de construcció que té el seu origen en la interacció entre les persones i el món que les envolta (A.A.D.D., 2003a). Malgrat que les diverses tendències difereixen en nocions tan fonamentals²⁰⁴ que s'ha arribat a parlar de diferents “constructivismes”, hi ha tres idees fonamentals que caracteritzen aquest corrent (A.A.D.D., 2003a):

- El rebuig a les concepcions anteriors i a les formulacions inductivistes de l'ensenyament.
- Les “idees prèvies” com a base de l'aprenentatge.
- El “conflicte cognitiu” com a motor del procés i base del “canvi conceptual”.

En primer lloc, el Constructivisme s'oposa a la concepció determinista i mecanicista anterior perquè entén l'aprenentatge com un procés actiu de construcció individual dins un entorn social en el qual l'agent i el context d'ensenyament deixen de ser els elements centrals i es converteixen en guies per l'elaboració de la pròpia teoria personal (Clariana, 1994: 126-127). Així doncs, l'esquema comunicatiu tradicional “emissor - receptor” és insuficient per garantir l'aprenentatge, ja que aquest implica una personalització de la informació mitjançant un procés de comprensió i integració de les informacions en funció dels paràmetres cognitius i psicològics de cada persona. Per altra banda, també rebutja l'ensenyament inductiu per descobriment –que es situa a l'extrem oposat– perquè espera que, en seu procés d'aprenentatge, la persona es comporti com una inventora (A.A.D.D., 2003a) i, per tant, li atorga una llibertat excessiva. La concepció constructivista del procés d'ensenyament - aprenentatge es situa en un punt intermedi perquè integra l'adquisició significativa i la memorística en la noció d'ensenyament guiat.

El Constructivisme parteix de tres idees fonamentals (Clariana, 1994: 127):

- A diferència de la tradició conductista, la persona és la responsable última i protagonista del seu procés d'aprenentatge.

²⁰⁴ Principalment, en relació amb l'eix central que determina l'adquisició de coneixement.

- El context i l'agent que ensenya han de preveure i guiar aquest procés i, per tant, necessiten conèixer les característiques de l'altra part implicada perquè només d'aquesta manera s'aconseguirà que els coneixements col·lectius que ha organitzat siguin veritablement significatius des del punt de vista individual.
- L'activitat constructiva de la persona es realitza sobre un coneixement que ja ha estat elaborat per part de l'agent que ensenya; per tant, es tracta més aviat d'un procés re-constructiu, una estratègia dissenyada per ajudar la persona a desenvolupar les seves pròpies habilitats i concepcions del món.

Així doncs, no ens estem referint a qualsevol mena d'aprenentatge, sinó que es tracta d'un aprenentatge significatiu per a cada persona. En paraules de Mercè Clariana (Clariana, 1994: 130):

“En aquest sentit, la psicologia cognitiva explica l'elaboració del coneixement com un procés mitjançant el qual les dades que processem del món exterior i que ens arriben a través dels diferents canals sensorials són organitzades en forma d'estructures de significat, que a l'inici d'aquest capítol hem anomenat [...] teories personals. Quan relacionem la nova informació amb el que ja sabíem, les nostres teories personals es modifiquen i s'amplien, i adquireixen noves potencialitats com a futura font d'atribució de significats.”

El Constructivisme sosté que només aprenem quan comprenem el procés de construcció del coneixement (Junco, 2002: 84). Perquè un aprenentatge sigui significatiu, s'han de produir dues condicions bàsiques: que estiguin dotats de coherència interna i, sobretot, que existeixi una possibilitat de vincular-los amb els coneixements previs (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 229). Per aquest motiu, quan es vol transmetre un coneixement nou cal recórrer a l'ajut d'un “organitzador previ”, és a dir, una o diverses idees generals que ja es troben a la ment de la persona i que creen el marc adequat per connectar-hi noves dades (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 230). La teoria de l'aprenentatge significatiu es recolza en un fonament psicològic: els estudis de Linton [(Linton, 1975) citat a (Valle, 1992: 49)] van evidenciar que la repetició d'esdeveniments similars ens permet recordar amb detall la primera ocurrència, tot i que podem guardar un esquema abstracte del conjunt. Això demostra que no només hi ha una construcció en el moment de l'adquisició d'un coneixement, sinó que es produeixen reconstruccions continuades cada vegada que tenim una experiència relacionada. Com més s'assemblen dues experiències més possibilitat hi ha que interactuïn i, per tant, la primera serveixi de recolzament per l'adquisició del nou contingut (Valle, 1992: 72). Per tant, es pot dir que els aprenentatges significatius són gairebé sempre subordinats perquè estableixen lligams amb la Memòria a Llarg Termini (Zifferero, 1999: 413), se situen en relació a un marc conceptual previ que potencialment els pot contenir i, per tant, que facilita la seva assimilació. Aquesta és una idea que cal tenir molt present a l'hora d'elaborar les estratègies d'aprenentatge, ja que, perquè el procés tingui èxit, haurà de consistir en una progressiva diferenciació conceptual (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 233), des de les nocions més generals a les idees més concretes, que acaben matisant o, fins i tot, contradient les primeres, recolzades amb informacions sobre els recursos metodològics que han portat a les diferents conclusions.

La tercera idea bàsica està relacionada amb la noció de conflicte cognitiu. La conceptualització de l'aprenentatge com a processos successius de re-construcció d'una informació externa, que s'integra i re-estructura els coneixements previs, implica necessàriament la presència d'un conflicte entre ambdós conjunts de dades. Aquesta és una altra de les premisses fonamentals de la teoria constructivista (Cadaugade, 1995: 56):

“Pour qu'une situation d'apprentissage existe en tant que telle, il est nécessaire qu'une difficulté apparaisse dans le lien du sujet à l'objet d'apprentissage, et que sa saisie ouvre un espace de représentations internes suffisamment souple et sûr pour contenir le conflit initial afin que les risques du changement puissent y être assumés.”

Així doncs, tal com resumeix Christian Cadaugade (Cadaugade, 1995: 57) l'aprenentatge consisteix en un conjunt d'activitats corporals i psicològiques individualitzades, localitzades i temporalment orientades, desencadenades per un conflicte inicial que constitueix el motor del procés.

Per les progressives evolucions de la teoria i la diversitat d'aspectes que cobreix, actualment el Constructivisme s'ha convertit gairebé en l'únic paradigma existent tant per explicar el fenomen psicològic de l'aprenentatge com per organitzar i avaluar el seu vessant educatiu (Pibernat, 1998: 84). El Constructivisme agrupa diversos enfocaments, que es distingeixen, principalment, per l'element que situen com a eix central del procés d'aprenentatge. Això determina no només la metodologia d'estudi sinó també la definició i la finalitat de l'aprenentatge. I és el que porta Lluís Pibernat a afirmar –com ja anticipava a la Introducció de la secció sobre la “Definició i teories generals de l'aprenentatge”– que el Constructivisme no és una teoria global com les que es produeixen en l'àmbit científic, sinó un conjunt de textos que cobreixen diferents aspectes de l'aprenentatge o, més exactament, una teoria *ad hoc*, és a dir, un conjunt d'explicacions proposades per complementar els buits o les mancances de la teoria genètica de Piaget, atès que no es trobava altra teoria més comprensiva que pogués substituir-la (Pibernat, 1998: 86-87).

El **Constructivisme piagetian** va tenir molt de ressò a partir dels anys 60 i adopta el seu nom del psicòleg i pedagog suís Jean Piaget (1896-1980), perquè és el que segueix de més a prop les seves aportacions, especialment pel que fa a la psicologia evolutiva infantil. Piaget va establir com a claus de l'aprenentatge les idees d' “assimilació” i “acomodació”: les persones assimilen la nova informació en funció dels seus coneixements previs però, sovint, això genera un cert conflicte i, per tant, exigeix una acomodació, és a dir, una transformació dels esquemes de pensament perquè s'adaptin a les noves circumstàncies (Clariana, 1994: 81-82; Jensen, 1994: 269). Piaget partia de la premissa que el nen o la nena està en constant interrelació amb un entorn que intenta comprendre. Conseqüentment, l'aprenentatge consisteix en desenvolupar representacions cada cop més complexes i ben articulades per interpretar el món (Fischler i Firschein, 1987: 133). La interacció amb el món és fonamental perquè l'aprenentatge es produeix quan les representacions anteriors són prou divergents de la realitat com perquè s'hagin de modificar per adaptar-les. Això el va portar a realitzar una sèrie d'experiments sistemàtics i observacions informals per comprendre el desenvolupament intel·lectual humà. Com a resultat d'aquesta recerca empírica va formular, juntament amb Inhelder (1955) la teoria del desenvolupament, en què es

descriuen quatre estadis discrets d'evolució de les capacitats cognitives (Fischler i Firschein, 1987: 133-134; Jensen, 1994: 269-271; Pozo i Carretero, 1986: 15-17):

- **Estadi sensorimotor** (0 – 2 anys): a través del descobriment per assaig i error desenvolupen una comprensió simple de les relacions de causa - efecte que els permet interactuar físicament amb el seu entorn immediat. Concretament, desenvolupen la capacitat de predir els efectes de les seves accions, de jutjar les relacions espacials, d'identificar i agafar objectes, de saber que els objectes tenen una permanència encara que no siguin visibles i actuar en conseqüència. També aprenen a comunicar-se a través de l'ús de signes i expressions facials.
- **Estadi simbòlic - operacional o preoperacional** (2 – 7 anys): inicien la comprensió simbòlica del seu entorn. Comencen a comunicar-se a través del llenguatge natural, aprenen a llegir i escriure i formen representacions internes del món exterior, de manera que poden realitzar experiments mentals per predir què passarà en situacions noves. Això no obstant, el seu pensament encara està dominat per les impressions visuals i l'experiència directa i la seva capacitat de generalització i classificació és limitada.
- **Estadi operacional concret** (7 – 11 anys): adquireixen alguns dels conceptes i principis generals que regeixen les relacions de causa - efecte en la seva interacció directa amb l'entorn, com ara la reversibilitat, la conservació, la invariabilitat, etc. Pel que fa a l'orientació, els nens i nenes de 5 anys poden seguir una ruta sense perdre's però no poden indicar-la a una altra persona. No és fins als 8 anys que són capaços i capaces de formar-se un mapa mental i reproduir-lo. Fins als 11 o 12 anys, l'aprenentatge encara es basa en el descobriment per assaig i error perquè encara no han desenvolupat la capacitat de formular i avaluar sistemàticament hipòtesis alternatives.
- **Estadi operacional formal** (12 – 15 anys): desenvolupen plenament el raonament simbòlic i la capacitat de predir més enllà del present. Les operacions concretes de la fase anterior s'articulen en estructures lògiques més complexes i elaborades que conformen el pensament formal²⁰⁵. Des del punt de vista del desenvolupament cognitiu, ja se'ls pot considerar adults i adultes joves perquè el seu pensament és qualitativament diferent al dels nens i nens més petits però igual en totes les seves característiques al pensament de les persones adultes.

Segons Piaget, aquestes fases es produïen en totes les persones a les diferents edats i el desenvolupament es produïa de manera uniforme i homogènia, és a dir, que s'accedia de manera simultània a totes les capacitats cognitives que caracteritzen cada fase (Pozo i Carretero, 1986: 17). D'aquí es desprèn que la tasca de la persona encarregada de l'ensenyament era facilitar les condicions per als i les alumnes assolissin un desenvolupament òptim d'aquestes capacitats latents i espontànies.

El Constructivisme piagetian va ser especialment influent durant les dècades de 1960 i 1970. Naturalment, els postulats de Piaget van tenir una aplicació pedagògica immediata, caracteritzada per una seqüenciació rígida dels currículums, en què l'important era més la forma que els continguts i l'educador/a havia de deixar llibertat

²⁰⁵ Per una explicació d'aquest concepte vegeu l'apartat sobre Aprenentatge dins les Variables lligades a la persona.

perquè els canvis cognitius es produïssin espontàniament (Pozo i Carretero, 1986: 17). Per altra banda, també va donar lloc a nombrosos projectes de recerca de caràcter eminentment descriptiu, que tenien com a objectiu contrastar empíricament la validesa dels estadis definits per Piaget (Pozo i Carretero, 1986: 17). Tot i amb això, aviat es va fer palès que la teoria presentava problemes a l'hora de contrastar-la amb les evidències empíriques. Des d'un punt de vista general, les crítiques són dues: en primer lloc, una concepció massa rígida i mecanicista del desenvolupament cognitiu; en segon lloc, el fet que la teoria és exclusivament descriptiva i no explica els mecanismes subjacents a l'adquisició de les noves habilitats (Fischler i Firschein, 1987: 134). De totes maneres, aquestes crítiques no desmereixen els treballs de Piaget perquè era necessària una descripció funcional bàsica que servís de punt de partida per explicar els canvis que es produeixen en el desenvolupament cognitiu humà.

En relació amb les primeres fases de desenvolupament, Piaget considerava que l'aprenentatge de l'entorn es realitzava principalment a través de la manipulació d'objectes i que el llenguatge jugava un paper marginal. Després s'ha demostrat que alguns dels resultats obtinguts en els seus experiments no estaven tant causats per un problema de competència com de comprensió de certes expressions verbals contingudes en els plantejaments (Fischler i Firschein, 1987: 135). Pel que fa al pensament formal – que és el que més ens interessa perquè caracteritza les disciplines científiques– les dades van evidenciar un desacord en tres punts bàsics de la teoria clàssica: el desenvolupament no era universal ni homogeni i el contingut –i només l'estructura– també determinava el procés evolutiu (Pozo i Carretero, 1986: 18). Això va comportar modificacions en les estratègies educatives, que van començar a emfasitzar el vessant metodològic de les disciplines per ensenyar explícitament a utilitzar el pensament formal (Pozo i Carretero, 1986: 18).

Des de finals dels anys 80, l'objectiu de les recerques relacionades amb la Psicologia evolutiva van adoptar un enfocament més explicatiu, destinat a entendre les divergències entre les conclusions dels estudis anteriors i les noves observacions, que demostraven que mitjançant la realització de tasques simples o repetitives es podia assolir el pensament formal i que els i les adolescents posseïen un pensament formal latent que no s'acabava de realitzar perquè no sabien aprofitar al màxim les seves capacitats (Pozo i Carretero, 1986: 18). La diferència entre el potencial real i l'actuació final depenia de variables relacionades tant amb la persona –edat, estil cognitiu, memòria a curt termini, etc.– com amb la tasca –format i contingut (Pozo i Carretero, 1986: 18). També es confirmava la manca d'universalitat i uniformitat de les fases amb dues evidències empíriques oposades: d'una banda, moltes persones adultes no empraven el pensament formal però tampoc no se les podia situar en un estadi operacional concret (Pozo i Carretero, 1986: 18); de l'altra, en alguns casos es subestimaven les capacitats dels i les alumnes ja que es demostrava que podien integrar alguns dels continguts malgrat que, segons la teoria, encara no eren prou madurs (Junco, 2002: 83).

En conclusió, la teoria de Piaget quedava revisada en cinc aspectes fonamentals (Pozo i Carretero, 1986: 19):

- Existeix una clara diferència entre els 11-13 anys i els 14-15 anys en la facilitat per accedir al pensament formal...

- ...però més aviat es pot afirmar que són els adults que pensen com els adolescents.
- Tanmateix, l'adquisició no és universal ni entre els uns ni entre els altres, sobretot perquè no es produeix de manera espontània, sinó que cal posar en marxa tasques orientades a aquest objectiu en què es combinin dialècticament la forma i el contingut.
- I també cal dissenyar diferents activitats específiques perquè els diversos esquemes operacionals s'adquireixen separadament i no pas tots alhora com preveia la teoria de Piaget.

Així doncs, el pensament formal no és una capacitat general que s'assoleix de manera abstracta, sinó que depèn de les activitats, les característiques personals i els coneixements previs. Per tant, les característiques funcionals no es poden convertir directament en objectius educatius, sinó que cal afavorir la seva adquisició a través del treball en branques del coneixement concretes, que posseeixin aquesta estructura. Tal és el cas, precisament, de la disciplina que ens interessa, qüestió que tractarem amb més profunditat a l'apartat corresponent a les variables lligades a la tasca.

Una de les primeres versions del Constructivisme, el **conceptualisme instrumental**, va ser la proposada el 1960 per Jerome Bruner en el seu llibre *The Process of Education*. A l'hora de plantejar la seva reflexió, Bruner es va basar en els treballs de Jean Piaget sobre el desenvolupament humà (A.D., 2005). Això el va portar a desmarcar-se de les teories associacionistes predominants perquè considerava que l'aprenentatge no és una cosa externa que li succeeix a la persona sinó que ell/a la provoca en manipular la informació que se li presenta (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 78). Així, el procés d'aprenentatge és una activitat complexa que implica tres processos en relació amb aquest element: adquisició, la transformació i l'avaluació (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 78). En aquest esquema, la paraula clau és la transformació, ja que constitueix un procés mediador intern entre l'estímul i la resposta, que es produeix quan la informació es codifica i es classifica per fer-la per ajustar-la a les categories prèvies (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 78). Per tant, la conducta no és una resposta mecànica produïda per l'estímul, sinó una acció voluntària, que depèn de la motivació i les característiques individuals.

La transformació de la informació es produeix seguint tres sistemes de representació diferents, adquirits durant el procés de maduració cognitiva de les persones (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 78):

- **Enactiu:** és manipulatiu, actua només a través de l'acció.
- **Iconic:** és més complex que l'anterior perquè ja hi intervé la imaginació, que utilitza els conceptes sense definir-los.
- **Simbòlic:** és el més complex de tots perquè implica la representació lingüística, que condueix a un aprenentatge més abstracte i flexible.

Les teories associacionistes anteriors només tenien en compte el primer mètode perquè consideraven que l'aprenentatge només es podia avaluar a través de la conducta;

en canvi, les teories cognitivistes posaven l'èmfasi en els dos darrers, com a veritables agents de l'aprenentatge, i el primer constituïa només una manifestació externa dels processos interns.

Des d'aquest punt de vista, una teoria de l'educació s'havia de centrar en quatre aspectes bàsics: la motivació; l'estructura bàsica dels materials per facilitar la seva adquisició; la seqüència de presentació; i la naturalesa i ubicació dels premis i càstigs (A.D., 2005). Així doncs, el paper de l'educador/a és organitzar els continguts de manera que l'estudiant descobreixi els principis bàsics per ell/a mateix/a, l'aprenentatge ha de ser intuïtiu i ha de partir de la motivació envers aquell tema (Smith, 2000). Per altra banda, ha de disposar la seva adquisició segons un esquema en espiral, és a dir, que permeti construir un mateix coneixement sobre la base prèviament adquirida: aquesta proporciona un marc general dins el qual s'insereixen nous conceptes i s'estableixen relacions cada cop més complexes (Smith, 2000).

Robert Gagné (1916-2002) va publicar el 1965 *The conditions of learning*. Tot i que va començar com a conductista, les idees d'aquest autor van evolucionar progressivament fins a incorporar les teories cognitives, especialment el model del processament de la informació i els enfocaments socials (Maschke, 2001) i és per això que se'l considera representant del **Constructivisme associacionista o acumulatiu**. Aquest eclecticisme es pot apreciar en la seva distinció de vuit tipus d'aprenentatge, definits a partir de la premissa que aquest procés es pot descompondre en un conjunt d'habilitats intel·lectuals ordenades des de les més senzilles a les més complexes, que no són possibles si abans no es dominen les anteriors (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 283). Les més senzilles provenen directament de les teories conductistes, però s'inscriuen en una concepció de l'aprenentatge que l'entén com a resultat de la interacció permanent entre persona i entorn, la qual cosa es tradueix en una modificació de les estructures cognitives i de les conductes externes (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 286).

La concepció d'aprenentatge de Gagné també es basa en la jerarquització, és a dir, que les nocions més simples i generals constitueixen requisits previs fonamentals per integrar-ne d'altres de més complexos (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 83). Per tant, l'aprenentatge presenta un caràcter acumulatiu, basat en dos tipus concrets de jerarquia: els tipus d'aprenentatge i l'organització interna del coneixement d'acord amb jerarquies de principis (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 83). Les categories d'aprenentatge són les següents (Maschke, 2001):

- **Senyals:** associar una resposta ja establerta amb un nou estímul.
- **Connexions estímul - resposta:** respondre precisament a un estímul discriminat.
- **Encadenament:** connectar conjunts de relacions estímul - resposta en una seqüència.
- **Associació verbal:** adquirir una connexió entre cadenes verbals.
- **Discriminacions múltiples:** aprendre a proporcionar respostes identificatives a un conjunt d'estímuls aparentment similars.

- **Conceptes:** ser capaç d'agrupar un conjunt d'estímuls per donar una resposta a tots els que pertanyen a aquella categoria.
- **Regles o principis:** Reconèixer una cadena de dos o més conceptes.
- **Resolució de problemes:** recuperar i connectar una combinació de regles apreses prèviament, que poden ser aplicades a una situació nova.

Gagné també s'inscriu dins les concepcions de la teoria del processament de la informació perquè defineix l'aprenentatge com la permanència d'un canvi que no ha estat produït pels processos de maduració, sinó per la integració d'una informació nova en un sistema estructurat (Maschke, 2001): un cop és captada pels sentits, la informació passa a la memòria a curt termini i, després de ser codificada, es transmet a la memòria a llarg termini, en què queda a disposició de la persona per oferir una resposta adequada a la nova situació (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 82). Com que cadascuna presenta unes característiques específiques, l'organització en diferents categories d'aprenentatge serveix per guiar l'actuació del professor/a a l'hora de conduir el procés (Maschke, 2001).

En una situació d'aprenentatge, Gagné identificava quatre components clau. El primer era l'estudiant, que estava determinat per una sèrie de factors. En primer lloc, les estructures, que intervenen dins de la persona per regular la informació (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 82). Un tipus d'estructures són les expectatives, que representen la motivació específica de l'alumne per assolir la meta fixada en relació amb aquella tasca. Un altre tipus són els controls executius, és a dir, les estratègies cognitives o conductuals que regulen l'atenció i la selecció perceptiva i determinen què s'emmagatzema a la memòria. Aquest seria el segon component, anomenat també conducta d'entrada (Maschke, 2001). El tercer component correspon als processos, que es consideren l'element més important del model, perquè constitueixen l'aprenentatge pròpiament dit. Es distingeixen vuit fases diferents, que són (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987; Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 287; Maschke, 2001: 82): motivació, que genera una expectativa per part de l'alumne/a; aprehensió, que prepara la percepció selectiva o atenció; adquisició, que exigeix una codificació perquè sigui possible l'emmagatzematge a la memòria; retenció; record, que permet la recuperació de les informacions; generalització, per transferir les dades adquirides prèviament a d'altres situacions; execució, que representa la resposta donada pel subjecte; i retroalimentació, que permet comparar la resposta donada amb la correcta per modificar i reforçar el que ja s'havia après. Tots aquests components són interns, però resulten afectats per esdeveniments externs. Aquí és on intervé el paper de l'ensenyament, perquè aquests esdeveniments poden ser planificats per dirigir de manera més o menys directa els processos interns (Maschke, 2001). El darrer component són els resultats, la part visible de l'aprenentatge. Es divideixen en cinc categories principals: la informació verbal, que designa la informació teòrica; les aptituds verbals, que fan al·lusió als coneixements pràctics, emmagatzemats com a regles o conceptes; les estratègies cognitives, que són habilitats internament organitzades que governen la conducta de les persones a l'hora d'aprendre i s'adquireixen des del naixement; les actituds, que són disposicions apreses cap a coses, esdeveniments o persones; i, finalment, hi ha les habilitats motores.

El model de Bloom de 1976 també contempla la distinció en el procés d'aprenentatge de tres conceptes claus o, més aviat, tres fases successives, que anomena característiques d'entrada, instrucció i resultats (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 85). Tanmateix, posa l'èmfasi en la necessitat que la recerca educativa es centri en les variables modificables perquè és a través d'aquestes que es pot construir una teoria general de l'ensenyament. La clau de l'èxit no es troba en el temps dedicat sinó en el coneixement de les característiques bàsiques de l'estudiant i el disseny d'un programa orientat a motivar i compensar el pes de cada predisposició (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 86). Molts dels models posteriors han partit de les idees de Bloom, que va quantificar el pes específic de cada variable, integrada en un model explicatiu global.

Tornant al principal representant d'aquest corrent, l'aportació de Gagné és molt important perquè constitueix un dels intents més ambiciosos d'establir una teoria comprensiva de la instrucció, que permeti inferir unes pautes de disseny instructiu sistemàtiques i eficaces (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 287-288).

L'anomenat "**Constructivisme humà**" va ser molt important durant els anys 70 i sorgeix de les aportacions de David P. Ausubel (1918), sobre l'aprenentatge significatiu, a les quals es van afegir posteriorment les contribucions neurobiològiques de Joseph D. Novak. Ausubel va formular el 1963 la teoria de l'aprenentatge significatiu, que és un dels conceptes bàsics del Constructivisme actual, segons la qual l'aprenentatge es produeix quan les persones interactuen amb el seu entorn intentant donar sentit al món que perceben. L'aprenentatge és significatiu si les noves dades posseeixen un significat lògic i psicològic, que motiven la persona a desenvolupar una activitat funcional (Pibernat, 1998: 86). El significat psicològic implica que la persona pot relacionar de forma lògica les noves informacions amb les que ja tenia a través de l'establiment de ponts cognitius que posaran la base per reestructurar els coneixements anteriors. Aquesta relació o ancoratge d'allò que s'aprèn amb allò que constitueix l'estructura cognitiva de la persona és fonamental des del punt de vista d'Ausubel perquè condiciona l'ensenyament.

Com l'autor anterior, Ausubel considera que no hi ha un únic tipus d'aprenentatge, sinó que, per comprendre'l, cal mesurar-lo en funció de dues dimensions diferents (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 79; Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 290): la primera es refereix al nivell d'elaboració dels continguts, que genera un aprenentatge totalment receptiu, en què l'alumne/a només ha de memoritzar les informacions, o bé totalment lliure, en què l'alumne/a ha de integrar a través del descobriment; la segona dimensió remet al tipus de processos que intervenen en l'aprenentatge, que s'organitzen en un continu des dels purament mecànics i repetitius als significatius. Vegeu la classificació de les situacions d'aprenentatge segons Ausubel, Novak i Hanesian (Novak, 1986: 96) en la figura següent:

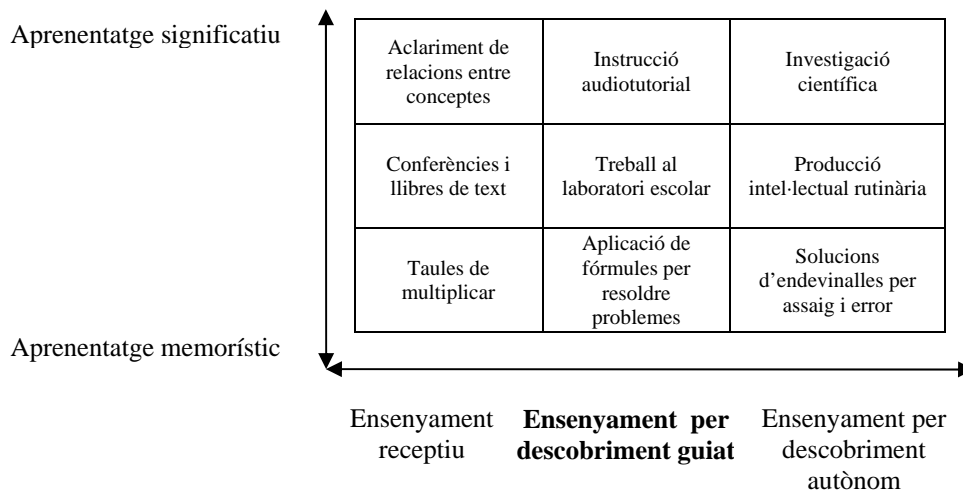


Figura 62: classificació del procés d'ensenyament - aprenentatge en funció de dos eixos amb exemples de cada tipus (Novak, 1986).

La teoria de l'aprenentatge significatiu d'Ausubel contraposa l'aprenentatge per descobriment guiats a les estratègies memorístiques i per descobriment totalment autònom. En el primer cas, només es produeixen associacions purament arbitràries amb l'estructura cognitiva de la persona i no permet emprar el coneixement de manera innovadora. Com que el saber adquirit de memòria està al servei d'un propòsit immediat, acostuma a oblidar-se un cop aquest ha estat acomplert (A.A.D.D., 2003a). En l'aprenentatge per descobriment autònom, defensat per Bruner, els coneixements no provenen del/de la professor/a, sinó que aquest/a proporciona les pautes i contingut mínims perquè l'estudiant extregui com a conclusió d'un procés mental de reordenació, allò que ha d'aprendre (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 80). L'aprenentatge per descobriment es defineix per dues característiques bàsiques: les seqüències inductives – es posen exemples dels quals es dedueix el principi general– i l'aprenentatge per assaig i error –com que no hi ha instruccions estructurades, l'alumne/a comet errors i ha de tornar enrera fins a descobrir la resposta adequada (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 81). Aquesta estratègia va tenir molt d'èxit durant els anys 60 i principis dels 70, de manera que la instrucció formal a tots els nivells va adoptar l'experiència directa com a mètode d'ensenyament, en detriment del llenguatge verbal, que es considerava massa automàtic i memorístic (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 81). Tanmateix, la pràctica pedagògica d'aquest model va demostrar que el descobriment no sempre era sinònim de comprensió i que el paper del/de la professor/a quedava poc definit (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 228). És a dir, que se n'anava a l'extrem oposat de les concepcions conductistes perquè ara l'alumne/a realitzava massa activitats i amb excessiva llibertat.

Ausubel sostenia que la funció de l'ensenyament és, precisament, ajudar a desenvolupar aquelles habilitat i coneixements que no es podien adquirir espontàniament; per això defensava una combinació de les anteriors en l'aprenentatge per descobriment guiats: la informació ha d'estar prèviament organitzada en una estructura explícita que l'alumne/a no ha de descobrir sinó reconstruir (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 233). D'aquesta manera es garanteix l'assimilació de la metodologia però també de la informació relacionada amb els conceptes i la teoria bàsics (A.A.D.D., 2003a; Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 237). Aquest tipus d'estratègia presenta alguns

avantatges bàsics (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 291) com ara el fet que el coneixement es recorda durant més temps perquè s'adquireix de manera significativa. Per altra banda, encara que s'hagin oblidat els continguts factuais, permet la comprensió d'altres materials relacionats o no perquè s'ha integrat la metodologia, l'estructura bàsica que permet connectar-ne de nous.

La teoria d'Ausubel considera que el procés central de l'aprenentatge està caracteritzat per la interacció mútua entre l'estructura prèvia de l'alumne i el material (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 292). Per comprendre com es produeix aquesta interacció cal definir tres conceptes bàsics (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 292-293). El primer és el "concepte inclusor", que designa les idees que existeixen prèviament a l'estructura cognitiva i que serveixen de punt d'enclavament per a les noves informacions. La interacció entre les idees velles i les noves rep el nom d' "inclusió obliteratedora", perquè aquest terme designa amb precisió el procés d'integració pel qual l'adquisició de les noves informacions mai no es realitza automàticament, sinó que depèn de les estructures internes, de manera que quedaran modificades en el moment de l'assimilació. El darrer concepte és, precisament, el d' "assimilació", que es refereix a la integració de les informacions externes d'acord amb les possibilitats actuals d'organització interna (Clariana, 1994: 81). Al final del procés, les estructures cognitives anteriors seran més riques que les anteriors però també diferenciades de l'original.

Ausubel diferencia, en funció de la relació que hi ha entre el coneixement anterior i el nou, tres categories d'aprenentatge significatiu (A.A.D.D., 2003a; Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 293-294):

- **Subordinat:** els conceptes inclusivors són de rang superior als que s'han d'aprendre, de manera que la integració dels nous comportarà un enriquiment progressiu i una especificació que pot portar a crear nivells inferiors de conceptes. El procés corresponent rep el nom de "diferenciació progressiva" i es pot produir per derivació –quan el material nou són exemples de conceptes ja existents– o bé per correlació –quan el nou material és una extensió, elaboració o modificació de les idees anteriors i, per tant, no derivables ni implícites en aquestes (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 79).
- **Supraordinat:** el coneixement previ és més específic i per tant, les noves idees es situaran per sobre en l'estructura cognitiva mitjançant un procés de "reconciliació integradora", és a dir, que els dos nivells de conceptes es reajustaran perquè els primers quedin ben integrats en una estructura global coherent.
- **Combinatori:** no hi ha relació jeràrquica, sinó que tots dos tipus de coneixement se situen al mateix nivell dins l'estructura cognitiva, com passa amb l'analogia.

Ausubel també va definir les condicions bàsiques necessàries –que ja recollia en referir-me a les idees bàsiques del Constructivisme– perquè es produeixi un aprenentatge significatiu (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 294-295): en primer lloc, la significativitat lògica, que vol dir que l'estructura interna del material no ha de ser ni arbitrària ni confusa per tal que la persona pugui establir fàcilment relacions amb els coneixements que ja posseïa; en segon lloc, la significativitat psicològica, que estableix

que només es podrà aprendre un contingut si és possible vincular-lo amb coneixements anteriors perquè aquests proporcionen la base necessària perquè aquell element tingui algun significat per la persona; finalment, tan necessària és aquesta condició com la disposició favorable a relacionar les informacions noves amb el que ja se sabia (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 79; Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 295). Aquí es troba l'herència de la teoria gestalista, ja que introdueix la voluntat com a factor crític de l'aprenentatge: la possessió de nocions anteriors no és condició única perquè es produeixi l'aprenentatge, cal que l'alumne/a se senti motivat a adquirir-lo i, més concretament, a fer-ho de manera que transformi les seves concepcions prèvies, en lloc de limitar-se a una simple superposició purament memorística.

Així doncs, la teoria d'Ausubel propugna la importància de conèixer les característiques cognitives, afectives i socials de la persona, per tal d'establir els elements i l'estructura de l'ensenyament més adequats per assolir un aprenentatge significatiu. Els elements clau de les estratègies educatives són dos: els "organitzadors previs" i les "jerarquies conceptuals". El primer concepte es refereix als materials introductoris d'un tema que permeten activar els conceptes inclusors pertinents perquè, com que estan formulats en termes familiars i presenten un nivell de generalitat major que el nou material, estableixen un context assimilatiu significatiu previ que motiva l'alumne/a tirar endavant (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 296). L'altre concepte parteix de la premissa que l'estructura cognitiva de la persona està formada per nivells cada cop més inclusivius de coneixements; per tant, els materials s'hauran d'organitzar i presentar en una estructura similar, que vagi dels conceptes més generals als més específics. Això significa assimilar l'estructura lògica pròpia de la disciplina amb l'estructura psicològica del contingut perquè aquesta és la que facilita l'aprenentatge (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 297). Un cop transformada l'essència dels continguts, el procés consistiria en una revisió cíclica d'aquests, que en cada nova passada es matisen i s'amplien a través d'un procés de reconciliació integradora (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 297).

Ausubel va defensar el paper de la Psicologia educativa com a pont entre la Psicologia bàsica i la pràctica educativa. Per aquest motiu va proposar una teoria aplicativa general que oferís al professorat pautes teòriques per elaborar els programes d'estudi. Malauradament, la seva teoria va aparèixer quan encara dominava la teoria conductista i començava a aparèixer l'aprenentatge per descobriment com a alternativa a la primera (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 298). Per aquest motiu no ha estat fins els darrers anys que ha agafat importància, però ara ja no en la formulació "pura" d'Ausubel, sinó enriquida amb les aportacions de J. D. Novak i altres, que s'han dedicat a posar en pràctica les teories d'Ausubel per "ensenyar a aprendre".

Les teories anteriors implicaven una concepció individual de l'aprenentatge, basada en una relació vertical –per molt que fos bidireccional– entre professor/a i alumne/a. L'aparició del **Constructivisme social** va significar l'emfasització de les interaccions socials per explicar el procés d'aprenentatge (A.A.D.D., 2003a) i propugnava, en la seva aplicació pedagògica, el trencament de les formes d'aprenentatge tradicionals i el desenvolupament de l'aprenentatge cooperatiu, en què els/les alumnes generen coneixement per als seus companys i companyes (Bardavio, 2004). L'orientació psicosocial representa una posició intermèdia entre el conductisme skinnerià i el cognitivisme pur perquè, en principi, aquestes dues tendències mantenen postures irreconciliables quant a la concepció del paper del/de la professor/a però compartien la

mateixa limitació perquè conceben l'estudiant com algú que respon a l'ambient programat o bé duu a terme accions que reflecteixen les seves necessitats personals sense tenir en compte que, en el moment de l'aprenentatge, la persona mai no està totalment aïllada (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 21). Per tant, no es tracta de tenir en compte el vessant social de la persona considerada individualment, sinó de quina manera les relacions interpersonals afecten el procés d'aprenentatge i la conducta dels i les estudiants (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 21).

Les teories sòcio - culturals inclouen un grup relativament ampli d'autors que comparteixen el fet d'inspirar-se en les idees de Lev S. Vigotski (1896-1934) sobre el caràcter socialment i culturalment mediat dels processos psicològics més característics dels éssers humans (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 323). Les idees de Vigotski tenien una transcendència molt important, però no van ser desenvolupades i conegudes per la Psicologia occidental fins els anys 60 i 70 a causa de la mort prematura del seu autor i la situació política de la Unió Soviètica després de la Segona Guerra Mundial. El punt de partida de la teoria de Vigotski és la distinció de les capacitats psicològiques específiques de l'ésser humà respecte de les compartides amb altres animals: les primeres funcionen a través de "signes", elements mediadors que permeten controlar i regular el propi comportament de manera conscient (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 324). Els signes modifiquen la manera de percebre l'entorn perquè permeten representar-lo de diferents maneres que van més enllà de la resposta immediata. Però, a més, no tenen un caràcter estrictament individual sinó que s'aprenen socialment perquè han estat elaborats al llarg de la història cultural de l'espècie humana (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 325).

Així doncs, des d'aquesta perspectiva, el procés d'evolució cognitiva de l'ésser humà presenta dues fases: una primera en què es comencen a adquirir les nocions bàsiques sobre el funcionament dels sistemes simbòlics, i una segona en què aquests sistemes es fan servir com a mediadors per l'adquisició d'altres capacitats cognitives, simbòliques i culturals superiors que, al seu torn, serveixen per perfeccionar els sistemes bàsics. Això també implica que el procés d'aprenentatge i, especialment, el que es produeix en un entorn social, és fonamental pel desenvolupament de les persones: en aquest context, els membres més competents del grup ensenyen els altres a utilitzar adequadament els diversos sistemes de símbols en funció de la tasca a acomplir (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 325). Per tant, l'aprenentatge consisteix en la manipulació experta dels sistemes simbòlics disponibles en una cultura concreta i contribueix al desenvolupament cognitiu de les persones. La diferència entre aquesta teoria i les que precedien l'aportació de Vigotski és que la maduració intel·lectual i l'aprenentatge s'influeixen mútuament: per exemple, cal una certa edat per poder comprendre els conceptes històrics generals, però aquests són necessaris per poder adquirir les habilitats cognitives pròpies del pensament científic relativista, com ara el que caracteritza les Ciències Socials.

Una altra idea fonamental del pensament de Vigotski és la seva noció de "zona de desenvolupament pròxim" (ZDP), que es refereix a la situació interactiva en què diverses persones s'ocupen de problemes que una d'elles, tota sola, no podria resoldre (Clariana, 1994: 136). El canvi cognitiu es produeix com a resultat de les accions que duen a terme i la manera com ho fan, amb el resultat que cadascú interioritza l'activitat que han realitzat conjuntament: és així com un element que abans era interpsicològic es converteix en intrapsicològic (Clariana, 1994: 136). Per tant, la ZDP conté la diferència

entre allò que la persona és capaç de fer per ella mateixa i allò que pot assolir amb ajuda externa. El primer element rep el nom de “nivell de desenvolupament real” perquè indica el procés que ja s’ha realitzat; el segon element és el “nivell de desenvolupament potencial” perquè marca la direcció futura del procés (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 326). L’aprenentatge consisteix en una interacció entre aquests dos nivells, i en aquest fet rau la importància del medi social i, més concretament, del paper que hi pot jugar l’entorn instructiu: a diferència de la teoria de Piaget, en què l’educació formal anava a cavall del desenvolupament cognitiu, Vigotski opina que s’ha d’anticipar, ha crear zones de desenvolupament pròxim que de serveixin de motor del procés (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 327). La demostració de la presència real d’aquests dos nivells de desenvolupament de les funcions psicològiques superiors seria l’existència de dos grans tipus de conceptes, que han d’actuar conjuntament perquè es produeixi l’aprenentatge dins un àmbit de coneixement: els espontanis, que s’adquireixen a partir de processos d’abstracció o generalització durant la vida quotidiana; i els científics, “que s’adquireixen a partir d’una presa de consciència del seu significat amb relació a una estructura o sistema conceptual de conjunt en el qual prenen sentit” (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 328)

Malauradament, Vigotski no va poder desenvolupar amb detall la seva teoria ni aprofundir en les vies obertes pels seus principis i conceptes generals. Aquesta és una tasca que van dur a terme els seus col·laboradors i els autors posteriors que han rebut la influència de les seves idees. Tots aquests treballs es poden agrupar en tres grans àmbits d’investigació teòrica i pràctica. El primer s’apropa als estudis etnogràfics per aprofundir en la noció de cultura i analitzar de quina manera les pràctiques educatives pròpies de les diferents comunitats humanes influeixen en els processos de maduració i aprenentatge individuals (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 330). El segon àmbit parteix de les idees de Vigotski sobre la mediació social i instrumental de l’aprenentatge i analitza el paper de la participació de l’alumne en activitats conjuntes orientades pel mestre o la mestra (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 330). Aquesta línia de recerca ha integrat idees provinents d’altres constructivismes i, per això, (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 330) el seu objectiu és dissenyar entorns més rics i significatius d’aprenentatge a través del contacte amb continguts i activitats significatives per a la persona, vàlides des del punt de vista ecològic i coordinades amb els processos d’aprenentatge que es produeixen en altres contextes. En canvi, la tercera tendència s’apropa més a l’Associacionisme perquè es centra en l’anàlisi dels mecanismes concrets que actuen en les situacions interactives d’ensenyament - aprenentatge, com per exemple, el paper del llenguatge com a instrument de comunicació entre professor/a i alumne/a (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 333) o bé de la col·laboració entre iguals a l’hora de resoldre una tasca (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 334).

En conclusió, podem dir que la importància de la dimensió social per a l’aprenentatge es justifica per dos motius principals. En primer lloc, quan dues o més persones col·laboren a l’hora de realitzar una tasca, s’estan obligant a ordenar i explicitar els seus pensaments perquè els/les altres els/les entenguin. En segon lloc, és molt possible que sorgeixin desavinences d’opinió entre elles i, per tal de resoldre el conflicte, han de reflexionar i trobar arguments per defensar les seves opinions fins a arribar a un acord. És d’aquesta manera com construeixen conjuntament aquest significat compartit del qual parla el Constructivisme quan es refereix a la necessitat de l’entorn social.

Finalment, s'ha anomenat "**Constructivisme radical o ecològic**" un corrent que rebutja la idea que tot el que es construeix en la ment de la persona és un reflex d'una entitat existent fora d'ella perquè, en realitat, es tracta o bé d'una concepció pròpia o bé de la reelaboració de la concepció establerta per una altra persona –el/la professor/a– o un col·lectiu –la societat, l'equip que elabora els plans d'estudis o que dissenya l'exposició, etc. (A.A.D.D., 2003a). A diferència de les altres, tendències, que podríem qualificar de realistes, el Constructivisme radical és idealista en el sentit filosòfic del terme perquè concep el món com una construcció del pensament i, per tant, depenent d'aquest.

Els i les constructivistes radicals entenen la construcció de coneixement des d'una concepció darwinista perquè consideren que el procés cognitiu té la seva raó de ser en l'adaptació al medi i no pas en el descobriment d'una realitat objectiva. L'orientació ecològica del Constructivisme prové de la influència de la Psicologia ecològica i ambiental, que són les responsables que l'atenció es desplaci de les característiques individuals a l'entorn en què es produeix l'aprenentatge i la manera com cada persona l'interpreta (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 22). Així doncs, el procés d'ensenyament — aprenentatge es concep com un fenomen psicosocial, en què la conducta de l'alumne/a depèn de la situació i de les decisions que pren com a resultat de la interacció amb aquest context. La diferència amb les versions anteriors és que s'allunya tant del determinisme exclusivament psicològic com del determinisme ambientalista (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 22). Això el porta a proposar una estratègia educativa en què els dos elements s'influeixen mútuament i també representa la clau per comprendre per què en situacions d'aprenentatge idèntiques dues persones reaccionen de manera diferent: la causa és que les circumstàncies ambientals influeixen en la persona però ho fan en funció de la significació que aquesta atorga als estímuls (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 22).

La situació actual

Lògicament, la situació actual de la Psicologia educativa és el resultat de tota la tradició històrica anterior i, molt especialment, de totes aquelles idees que s'emmarquen dins el paradigma constructivista, que recull la síntesi entre l'Associacionisme i la teoria de camp cognitiu. L'ensenyament actual ha deixat completament de banda la concepció mecanicista i posa èmfasi en la dimensió humana i la importància de la significativitat dels estímuls al llarg de tota la vida perquè concep la persona com una entitat activa i dinàmica. També s'hi inclou el vessant social i, per tant, la necessitat que l'aprenentatge estigui coordinat amb els aprenentatges que es produeixen en el si de la família i les diferents comunitats socials en què s'inscriu la persona (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 30). Per tant, s'ha deixat de banda la tradicional dicotomia conductisme / cognitivisme i ara s'accepta que l'aprenentatge és un procés complex en què intervenen variables internes i externes molt diverses.

La recerca actual s'ha enriquit amb les aportacions de les noves teories psicològiques, influïdes per la cibernetica, com ara el model de processament de la informació, que va començar a ser desenvolupat per Robert Gagné a mitjans dels anys 60. Aquesta teoria parteix de la metàfora de l'ordinador com a analogia per comprendre el funcionament bàsic del cervell. Segons aquesta perspectiva, l'ésser humà és també un processador d'informació, un organisme que rep informació de l'exterior a través dels

sentits, la processa en diferents nivells del sistema cognitiu i genera un resultat que es manifesta en termes de record, percepció, raonament, imatges mentals, emocions, etc. En certa manera, aquest esquema recorda les teories associacionistes explicades anteriorment, però la diferència es troba en què aquesta versió del Constructivisme s'interessa, precisament, pels processos interns que generen les respostes. Una altra constatació interessant és que, amb el temps, la relació s'ha consolidat més enllà de l'analogia i ha donat pas a l'ús dels ordinadors com a eina d'ensenyament en virtut de la semblança funcional. L'àmbit de l'aprenentatge assistit per ordinador és un dels més actius actualment i és el que ha proporcionat el major nombre d'avaluacions que, salvant les distàncies, serviran de base per comprovar l'efectivitat de la RV com a eina educativa.

El model del processament de la informació és el marc responsable de constatacions universals com ara la capacitat limitada de processament de la informació per part del cervell humà, que han servit de punt de partida per la formulació de teories que integren altres idees de tendència constructivista. Com que no podem retenir a la memòria a curt termini més de set elements cada vegada, cal emprar estratègies que permetin organitzar la informació perquè ocupi menys espai i es pugui emmagatzemar a la memòria a llarg termini (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 303). La detecció de regularitats o la relació amb estructures més generals de coneixement són exemples d'estratègies dirigides a facilitar la memorització de majors quantitats d'informació i la seva recuperació posterior. Algunes d'aquestes estratègies poden sorgir espontàniament perquè van lligades al propi desenvolupament cognitiu, però d'altres s'han d'aprendre perquè són més complexes (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 303) o van lligades a la metodologia d'una disciplina.

Aquest model també recupera la idea central de les teories constructivistes segons la qual el procés d'aprenentatge consisteix en una interacció entre el que ja se sap i els nous coneixements i per això proposen la noció d' "esquema de coneixement". Un esquema de coneixement és com un conjunt de conceptes inclusivament relatius a objectes, persones i esdeveniments, articulats al voltant d'un element comú (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 304), com per exemple, al nivell més general, una disciplina científica. L'avantatge dels esquemes és que són flexibles perquè no només contenen coneixements factuais organitzats jeràrquicament en categories cada cop més generals, sinó també informacions relatives a com s'han d'aplicar segons les circumstàncies (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 304). Els esquemes de coneixement són un constructe teòric que descriu com es representa el coneixement dins la memòria però que també ofereixen pautes per comprendre el procés d'aprenentatge perquè expliquen la influència dels coneixements previs a l'hora de seleccionar una informació, organitzar-la, atorgar-li significat o bé recordar-la (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 305). La teoria dels esquemes defineix tres tipus d'aprenentatge (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 306):

- **Creixement:** consisteix en l'acumulació d'informació, que s'afegeix a l'anterior sense modificar-la qualitativament.
- **Ajust:** a través de la pràctica, es modifica el camp d'aplicació de l'esquema – generalització, especialització o precisió– i, per tant, ja es pot considerar un primer nivell de modificació.

- **Reestructuració:** aquí la transformació dels esquemes previs és més radical perquè implica una reestructuració general i es produeix per mitjà dels processos de raonament més bàsics, l'analògic i l'inductiu.

Aquests tres tipus no són excloents sinó que es participen alhora en el procés d'aprenentatge, però varia la seva importància relativa. En les primeres fases d'un nou aprenentatge predomina el primer, que es basa en les estratègies d'adquisició receptives o repetitives (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 307). L'adquisició de nous coneixements produeix una reestructuració, seguida d'un nou creixement, que requereix un ajust progressiu a través de la pràctica (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 306; Pozo, Asensio *et al.*, 1989). La reestructuració s'associa més aviat amb el diàleg i s'avalua a través de la resolució de problemes (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 307). Tanmateix, la crítica general que se li adreça és que compta amb un gran bagatge descriptiu, però encara no s'han construït models veritablement prescriptius, que orientin i dirigeixin l'aprenentatge escolar (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 25). És molt possible que això sigui degut a la influència de les postures cognitives que, com a reacció envers la concepció conductista –que es centrava principalment en la instrucció–, s'interessaven més a comprendre les variables personals (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 30).

En l'àmbit de la Psicologia evolutiva, la recerca educativa ha seguit dos grans paradigmes: un de psicomètric, més orientat cap als canvis quantitius en relació amb l'adquisició d'informació; i un de cognitiu, que posa èmfasi en els canvis qualitius. Com que tots dos presenten deficiències, han sorgit nous models, com ara l'anomenat neopiagetianà, que intenta superar les limitacions dels models anteriors, però encara segueix oblidant el vessant emocional (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 28). És per aquest motiu que també s'estan duent a terme recerques que es centren en el vessant emocional i social de la conducta, estretament lligat al desenvolupament dels valors culturals (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 29). Els estudis actuals es dediquen a aprofundir no només en el desenvolupament infantil sinó que, com a resultat de l'augment de l'esperança de vida i els canvis laborals de la societat postindustrial, ara també s'interessen per les etapes evolutives que es produeixen al llarg de tota la vida. I també es tenen en compte les variables ecològiques, especialment el comportament dels i les alumnes i el tipus de classe –cooperativa, competitiva i individualista– que generen les seves interaccions. La interpretació de la classe com un entorn social naturalment organitzat en què els participants contribueixen a la definició dels significats condiciona l'estratègia que ha de desplegar en cada cas el/la professor/a per optimitzar l'aprenentatge (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 29, 32).

Un altre punt d'interès de la Psicologia educativa actual és el contingut de les matèries, al qual s'ha aplicat l'enfocament de la teoria del processament d'informació. Les concepcions piagetianes consideraven que les fases de desenvolupament cognitiu es produïen independentment dels continguts i que només eren importants els principis metodològics generals. Els estudis posteriors van demostrar que aquesta afirmació no era certa i, des de llavors, les recerques s'han centrat en comprendre la interrelació entre el pensament de l'alumne/a, l'estructura interna dels continguts i la manera com es presenten (Coll, 2001: 60), ja que els dos darrers elements determinen la representació que se'n fa l'alumne/a i això incideix en la seva adquisició (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 30). Les “psicologies dels continguts” són importants des del nostre punt de vista perquè han permès conèixer les característiques específiques de la Història, la

manera com s'aprèn i la seva aportació específica al desenvolupament cognitiu de les persones a través del procés experts/es - principiants (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 307-309; García Blanco, 1999: 91; Pozo, Asensio *et al.*, 1989) i el debat a l'entorn de la noció de canvi conceptual, que veurem més endavant, quan tractem les característiques específiques de l'aprenentatge de la Història..

L'ampliació dels conceptes i les metodologies també ha modificat la idea d'educació. Com a conseqüència de la universalització de l'educació general bàsica a partir del segona meitat del s. XX, el concepte s'havia restringit a la instrucció formal i, per tant, les recerques de la Psicologia educativa es limitaven a aquest àmbit. Des de fa uns anys estem assistint a un canvi de tendència i cada cop és més forta la reivindicació que cal ampliar el camp de la investigació als entorns informals d'aprenentatge (Coll, 2001: 63), entre els quals es troba el museu. Tot i amb això, encara és una tendència molt incipient i, mentre la Psicologia educativa dedica la majoria dels seus esforços a l'educació escolar, les avaluacions que es duen a terme als museus provenen més aviat de l'àmbit museogràfic i, conseqüentment, contenen una barreja de consideracions psicològiques, ambientals, educatives, disciplinàries, socials, etc. amb una base científica molt diversa.

Deixant de banda les consideracions anteriors, que ens toquen molt de prop perquè la Història i els museus són àmbits successius d'acotació de la meua problemàtica, potser l'element més interessant de la Psicologia educativa recent és la introducció del concepte d'interacció, fruit de la confluència de les teories ecològiques i cibernètiques. Aquesta postura entén l'aprenentatge com el resultat cognitiu i comportamental d'una interacció a quatre bandes: entre el/la professor/a, l'alumne/a, els materials que se li presenten i el context en què es produeix el procés. En certa manera, això toca de ple la RV perquè la seva utilitat es basa en la interacció. Tanmateix, com a conseqüència de les característiques específiques dels ordinadors, no hi intervenen tants elements i es limita principalment a la interacció entre la persona i la màquina, tot i que això s'ha de matisar en el cas concret de l'entorn museístic.

II.5.3.3.5.3. La RV i els paradigmes psicopedagògics

II.5.3.3.5.3.1. Introducció

Havent repassat les diferents concepcions sobre el procés d'ensenyament -aprenentatge, reprenc la idea apuntada a la introducció segons la qual cap de les teories proposades fins ara no explica completament aquest procés perquè, en realitat, es tracta d'un fenomen complex que integra diversos tipus d'estratègies i agents, situats en nivells diferents. Des d'un punt de vista pràctic, es pot dir que qualsevol acte educatiu combina els grans models presentats anteriorment, perquè cadascun s'ocupa d'un aspecte específic del procés. Per aquest motiu adoptaré successivament els dos²⁰⁶ grans paradigmes –Conductisme, Constructivisme– per analitzar de manera general les característiques de la RV com a medidora en el procés d'aprenentatge (al museu).

Però abans, voldria repassar molt breument la història de la computació educativa ja que, havent constatat un cert paral·lelisme entre l'evolució dels paradigmes

²⁰⁶ No tindrè en compte la teoria de la informació perquè el seu enfocament és principalment comunicatiu i ja ha estat tractat en seccions anteriors.

psicopedagògics i la de les aplicacions computacionals, és interessant de comprendre exactament quin ha estat el joc d'influències que ha portat a la consolidació de la forma actual de la RV com a tecnologia educativa, més enllà de les simples simulacions sensorials - motores. La resposta a aquesta qüestió es pot trobar en els informes del *HITL*, ja que aquesta institució ha estat pionera en el desenvolupament i avaluació de les tècniques de visualització per computador. William Winn, un dels principals especialistes en RV i aprenentatge, distingeix quatre fases en l'ús educatiu dels ordinadors. La primera generació va sorgir a partir de les teories conductistes que, com hem vist, consideraven que el procés d'ensenyament - aprenentatge es podia descompondre en unitats mínimes totalment visibles i, per tant, susceptibles de ser controlades, que permetien dissenyar fins el més mínim detall l'acció educativa (Winn, 1993: 4). Des d'aquest punt de vista –i com veurem en l'apartat immediatament següent–, els ordinadors eren ideals perquè la seva exhaustivitat i explicitació dels processos a través de la programació permetia controlar tot el transcurs de l'activitat, tot convertint-la en un seguit d'interaccions simples (acció - resposta - reacció) i visibles entre la màquina i l'usuari/ària que no demana cap intervenció externa perquè tot l'univers d'aquell procés educatiu concret està contingut a la màquina. Moltes de les aplicacions actuals encara es basen en aquesta aproximació orientada als continguts i basada en els procediments tradicionals de disseny instructiu (Winn, 1993: 5).

L'aparició de la segona generació d'aplicacions està marcada per un canvi en el protagonista del disseny: ara, en lloc de posar-se l'èmfasi en els continguts, es posava en la manera com la informació era presentada als i les estudiants. Això és degut a la influència de la recerca en Psicologia cognitiva, que havia evidenciat que la teoria associacionista era poc adequada perquè considerava l'ensenyament - aprenentatge un procés homogeni universal i els experiments de laboratori demostraven que cada persona posseeix unes habilitats diferents que en determinen el resultat final (Winn, 1993: 5). Traduït en termes de disseny computacional, això significava que la manera com la informació era presentada a l'usuari o usuària –allò que avui anomenem la personalització– era molt més important que els continguts específics de l'aplicació (Winn, 1993: 5).

Però les dues concepcions anteriors encara seguien essent estàtiques i reduïen la persona a un/a simple receptor/a passiu/va d'informació. Els estudis provinents de la Psicologia cognitiva demostraven que més important que la forma o el contingut era la naturalesa del procés, és a dir, la interacció que s'establia entre l'alumne/a i el material educatiu (Winn, 1993: 5). Sobre aquesta base, es van començar a desenvolupar els primers tutors intel·ligents, que s'adaptaven a les necessitats de l'usuari/ària i el guiaven en el seu procés personal d'aprenentatge (Winn, 1993: 5).

La introducció d'una concepció dinàmica del procés estava posant les bases per a la quarta generació d'aplicacions, ja que implicava que l'aprenentatge no es produïa per la simple presència del material educatiu sinó que era una construcció que realitzava cada persona a partir de la interacció amb aquest. Evidentment, hem entrat a l'època del Constructivisme, que criticava vigorosament algunes de les assumpcions del cognitivisme, predominant en les fases anteriors, i el desbancava com a base per al disseny instructiu i tecnològic. Una de les principals idees rebutjades era la idea que els processos mentals superiors funcionaven com una computadora, manipulant símbols automàticament: en canvi, es demostrava que la interacció directa amb el món, que és la forma més bàsica d'aprenentatge, era no simbòlica i comportava un procés actiu per part

de la persona (Winn, 1993: 5-6). És en aquesta crítica a les teories anteriors on s'aprecia la confluència entre el Constructivisme i la tecnologia de la RV: en la seva concepció més simulativa –interactiva i immersiva–, segueix totalment aquests postulats perquè consisteix en una interacció directa i multisensorial amb un entorn envoltant que reacciona de manera natural a les nostres accions. Darrerament, s'està treballant molt en els entorns multiusuari (Chiu, 2002; Economou, Mitchell *et al.*, 2000; Henri i Pudelko, 2003; Jackson i Fagan, 2000; Oliver i Omari, 2001; Ravenscroft i Matheson, 2002; Schulz-Zander, Büchter *et al.*, 2002; Scott, Mandryk *et al.*, 2003; Yu, Chang *et al.*, 2002) i, per tant, es confirma que la tecnologia està novament integrant les darreres tendències (socials) del Constructivisme.

II.5.3.3.5.3.2. La RV des de la perspectiva associacionista

Com hem vist, dins el paradigma associacionista es defensen idees molt diverses: la unidireccionalitat de la comunicació, l'estratègia memorística, la importància de la conducta, l'estructuració rígida dels continguts, el caràcter universal dels processos d'aprenentatge... Tots aquests elements poden caracteritzar la RV segons com s'enfoquin les aplicacions. Com a exemple tenim la interactivitat, un element clau de la RV des del punt de vista de l'aprenentatge que analitzaré més en profunditat al final d'aquest capítol. Segons el paradigma que s'agafi, pot ser entesa des d'una manera més cognitiva o més motora: com hem vist en repassar la història de l'ús dels ordinadors per l'aprenentatge, les primeres aplicacions, directament provinents dels simuladors de vol, optaven per la segona; actualment, l'ampliació dels usos, la influència dels nous paradigmes psicopedagògics, etc., ha comportat un canvi cap a la primera. Per altra banda, es pot afirmar que el VH segueix els postulats anteriors al Constructivisme perquè l'activitat del/de la receptor/a es limita a l'observació passiva d'unes imatges estàtiques o en moviment autònom i, per tant, la comunicació és unidireccional. Aquest tipus d'estratègia d'ensenyament fomenta un aprenentatge receptiu i memorístic, ja que la persona es limita a observar imatges –com podria escoltar o llegir paraules– i l'únic que ha de fer es retenir a la memòria els conceptes i les relacions expressats a través del llenguatge icònic²⁰⁷. Continuant amb el VH, en el cas que hi hagi una certa interactivitat, normalment procedeix no pas de la pròpia reconstrucció, sinó d'un nivell jeràrquicament superior, el del disseny museogràfic, que aplica una versió més aviat connexionista de la interactivitat, en què s'associa aprenentatge amb la conducta purament motora, és a dir, prémer botons perquè passin coses. Se suposa que aquest tipus de dispositiu ha de desencadenar automàticament l'aprenentatge perquè redueix la passivitat del públic i, per tant, augmenta la seva motivació. Però, en realitat, com veurem més endavant, la interactivitat està formada necessàriament per un component de tipus cognitiu a més del component (optatiu) de tipus motor.

La RV i, genèricament, les propostes educatives centrades en l'aprenentatge per ordinador es poden assimilar en certa manera amb la màquina d'ensenyar pensada per Skinner perquè aconsegueixen dos requisits bàsics: primer, la resposta s'elabora a través de l'exploració en lloc d'escollir-la d'entre un conjunt de possibilitats; i segon, l'aprenentatge es produeix a través de passos petits i successius (Bigge i Hunt, 1973: 462) –les pantalles, els temes– tot i que, a diferència de la màquina d'Skinner, que

²⁰⁷ De totes maneres, l'aprenentatge memorístic no és tan negatiu com el van presentar els autors que defensaven les estratègies inductives. Més endavant veurem que comporta alguns avantatges de cara a l'adquisició de continguts teòrics.

estava rígidament estructurada, aquí l'exploració és més lliure perquè s'atorga més importància a les capacitats pròpies i la motivació de la persona. Tot i que la RV funciona a través del llenguatge visual interactiu, també s'apropa a la màquina d'Skinner perquè el reforçament és immediat –una acció, una resposta–, mai no pot ser negatiu perquè no s'avalua i es pot tornar enrera, es pot personalitzar la forma, el ritme, etc., i també es poden emmagatzemar les sessions per després analitzar-les i adaptar el programa a les necessitats observades (Bigge i Hunt, 1973: 463).

La RV també s'aproparia a la màquina d'Skinner, hereu del Connexionisme i la Psicologia del camp cognitiu, pel fet que correlaciona visiblement el pensament intern amb la conducta externa (Bigge i Hunt, 1973: 464): la persona observa les imatges, les processa i, com a resultat d'aquest procés cognitiu, realitza una acció motora destinada a operar un canvi en el món virtual, que torna a iniciar la seqüència descrita. El problema és que s'ha simplificat excessivament la concepció conductista i s'ha acabat associant la interactivitat amb simple manipulació motora, sense tenir en compte que l'important no és desencadenar respostes en la màquina sinó que aquestes obeeixin a una necessitat cognitiva de la persona. Skinner considerava que la clau per ensenyar efectivament a pensar era la retroacció immediata, la preparació d'un programa especialment dissenyat per reforçar aquesta conducta, basat en les metodologies que es troben a la lògica, les matemàtiques i els mètodes científics en general (Bigge i Hunt, 1973: 465). Des d'aquest punt de vista, la RV és ideal perquè la seva interactivitat produeix respostes immediates i, sobretot, perquè es pot dissenyar expressament per simular les pautes metodològiques pròpies del pensament arqueològic. D'aquesta manera, l'Arqueologia s'aprendria practicant-la (a un nivell intel·lectual).

II.5.3.3.5.3.3. La RV des de la perspectiva constructivista

Tal com s'ha definit en el primer volum d'aquest treball de recerca, la RV és multisensorial, dinàmica i interactiva. Per això diversos autors i autores –principalment nord-americans o que treballen en aquest àmbit d'influència²⁰⁸– (Byrne, 1996: 14; Fällman, Backman *et al.*, 1999; Furness, Winn *et al.*, 1998: 5; Jackson i Fagan, 2000: 84; Mantovani, 2001: 208; Osberg, 1997: 46; Winn, 1993: 1; 1997: 6) coincideixen a afirmar que s'adequa de manera evident als postulats constructivistes en relació amb conceptes com ara la significativitat, el reforçament, la motivació, les variables psicològiques, la importància de la tasca i de l'entorn, la immersió i, sobretot, la interactivitat. William Winn considera que el principal punt de contacte entre la RV i el Constructivisme és la immersió perquè simula les experiències quotidianes en el món real i, d'aquesta manera, permet una construcció personal del coneixement a través de la interacció directa amb i, sobretot, dins l'entorn, atès que s'ha demostrat que l'aprenentatge contextual és millor que l'adquisició de dades totalment desvinculades

²⁰⁸ Fora d'ells i elles, com també remarca Winn (Winn i Bricken, 1992: 7), no hi ha altres autors/es que semblin haver-se adonat de la relació entre RV i Constructivisme. En el cas de les publicacions provinents de l'Arqueologia és comprensible, perquè predomina una concepció de la RV com a VH. Però, què passa amb les que provenen de la Pedagogia i les Ciències Cognitives? En aquest cas, sembla que predomina una concepció de la RV com a Multimèdia i això podria explicar la manca de relació entre ambdós conceptes. El fet que sigui l'àmbit computacional i, més concretament, el sector de RV que la defineix com a interactiva i immersiva, qui va realitzar –ja fa més de 10 anys!– aquesta connexió i en va començar a establir les bases teòriques és molt significatiu i demostra que la relació entre el domini de coneixement i les TIC no és unidireccional, sinó formada per influències en ambdós sentits. Això ens indica que encara hem de seguir desenvolupant les aplicacions i els estudis sobre elles per comprendre el seu potencial real.

(Winn, 1993: 8). Tanmateix, la definició de RV com a aplicació estrictament immersiva és limitadora perquè elimina tot un ventall de possibilitats comunicatives ofert per l'ús de metàfores i la introducció d'elements simbòlics en l'entorn virtual. A més, Winn oblida dues coses: en primer lloc, que la reconstrucció virtual no constitueix un món *per se*, en realitat és un model del món i, per tant, conté necessàriament, interpretacions i elements simbòlics; perquè, en segon lloc, la nostra interacció amb el món ja està plena d'operacions de tipus simbòlic perquè el nostre entorn no és natural, sinó cultural i, per tant, hem d'interpretar un gran nombre de codis, des del circulatori al llenguatge, passant per la gestualitat i la cultura material. Això fa que hi hagi molts coneixements que són abstractes per ells mateixos i que no sempre es podran expressar prescindint del seu codi simbòlic. Per tant, no s'ha de caure en l'error d'associar l'abstracció a l'ensenyament tradicional i allò icònic i immersiu al constructivista, perquè cada tipus d'element comunicatiu és adequat per explicar diferents tipus de fenòmens i, per tant, tots dos són complementaris. Des d'aquest punt de vista, la RV es presenta com una eina ideal perquè permet construir i manipular diferents tipus d'informació integrada, la qual cosa és una habilitat crucial en la nostra societat actual (Fällman, Backman *et al.*, 1999).

Així doncs, si bé la immersió és important, la interactivitat és encara més essencial, ja que és un de les característiques bàsiques de la RV i, per altra banda, es situa explícitament com una de les claus de l'aprenentatge en els entorns formals i també informals. Totes les tendències estan d'acord en la necessitat que la persona dugui a terme un paper actiu en el seu procés d'aprenentatge, un paper caracteritzat per la interacció a dos nivells: extern, entre ella i les informacions que se li proporcionen, per descobrir-les i analitzar-les conscientment; i intern o cognitiu, entre les estructures de coneixement anteriors i les noves informacions, que transformen els esquemes previs. La interactivitat, que és la base fonamental imprescindible de l'aprenentatge segons les concepcions constructivistes, també és el mecanisme bàsic de funcionament de la RV: a diferència dels materials tradicionals, que eren estàtics perquè es basaven en el paper imprès, el món virtual es pot explorar o experimentar amb ell, per descobrir noves informacions i substituir les velles concepcions o omplir els buits de coneixement en funció dels resultats obtinguts. I ho hauria de fer amb més facilitat que cap altra estratègia perquè, sobretot en el cas de la RVI, immergeix la persona en un entorn dinàmic i la situa com a protagonista del procés d'exploració, de manera que l'impacte emotiu és més gran (Jackson i Fagan, 2000: 85; Winn, 1993) i s'activen els mateixos processos psicològics que en la interacció amb els objectes i els esdeveniments en el món real (Winn, 1993: 1).

Aquest contacte directe amb els materials també hauria de transformar el rol del professor o la professora. En un primer moment es va pensar que la tecnologia substituiria l'agent humà, però després es va veure que la seva funció era diferent i que, per tant havia de servir com a complement, és a dir per realitzar allò que el professor o professora no pot fer, com ara proporcionar diferents models de la realitat per interactuar amb ells (Winn, 1997: 6). Des de llavors, el seu rol s'ha anat transformant progressivament perquè ara ja no és la font emissora de coneixements sinó la persona que participa, que guia i col·labora en el procés re-constructiu dut a terme per cada alumna/e i que porta, tal com defensa el Constructivisme, a l'assoliment i diàleg entre múltiples perspectives (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 165). Això és més o menys l'opinió que van expressar els i les professionals de l'ensenyament consultats i consultades en algunes avaluacions: durant l'ús de les aplicacions computacionals, ja

fos de tipus més navegatiu - experimental o més constructiu, perdien el seu paper com element central, investit d'autoritat intel·lectual, que posseeix totes les respostes, i esdevenien un/a assistent/a proper que recolzava els/les estudiants en el seu descobriment del món virtual i els ajudava a extreure'n coneixement (Youngblut, 1998: 102). Aquesta transformació del paper del/de la professor/a és una de les formes en què s'esperava que la RV influís les pràctiques educatives tradicionals i, tot i que es considera positiva, s'ha remarcat el fet que el paradigma actual de les TIC, altament personalitzat i sofisticat, no facilita la tasca del professorat; per això, una de les solucions és introduir en el sistema un guia intel·ligent que resolgui una part de les necessitats de l'estudiant (Youngblut, 1998: 102), sobretot pel que fa a les simulacions que apliquen l'aprenentatge per descobriment (Winn, 1997: 7).

La concepció de Winn està, al meu entendre, excessivament enfocada des de la tecnologia i fa servir conceptes –immersió, interactivitat– que posseeixen significats lleugerament diferents en ambdós contextos, el de la teoria educativa i el de la tecnologia, amb la qual cosa poden comportar problemes d'operativitat durant les anàlisis. Per aquest motiu és més adequat emprar nocions provinents del món de l'aprenentatge. Com que en l'apartat següent repassaré en profunditat tots els factors considerats per les teories actuals, aquí oferiré una introducció a través d'alguns dels deu principis per l'aprenentatge que proposa Foster [(Foster, 1986) citat a (Clariana, 1994: 139)] per guiar qualsevol intervenció educativa. En primer lloc, el reforçament en l'aprenentatge és important i està relacionat amb les característiques personals de l'aprenent. En general, les aplicacions computacionals multimèdia són personalitzables, poden adaptar-se al ritme d'aprenentatge, l'estil cognitiu –icònic, verbal, etc.– i per tant haurien de contribuir a reforçar l'autoestima i millorar l'aprenentatge. En la situació tradicional en què l'ensenyament es basa en un llibre i/o el discurs del professor/a, és difícil aconseguir un entorn d'aprenentatge que pugui contenir els diversos estils que caracteritzen els/les alumnes. En segon lloc, l'aprenentatge lineal només es dona a en tasques simples; les tasques complexes pròpies de l'adolescència solen ser no lineals i desiguals. En general les aplicacions computacionals multimèdia accepten els dos tipus de navegació, més lineals o més hipertextuals. La clau es troba en adaptar el grau al nivell de desenvolupament cognitiu. Un altre principi afirma que la manera com una persona es percep ella mateixa i percep el món que l'envolta influeix en la manera d'aprendre. Les reconstruccions virtuals afavoreixen el contacte directe entre la persona i els continguts, sense intermediaris comunicatius excessivament abstractes –el llenguatge verbal– i, especialment en el cas de la RVI, afavoreixen la immersió en el context d'aprenentatge, amb la qual cosa hauria d'augmentar l'empatia i la motivació.

Tenint en compte que la repetició pot contribuir a l'aprenentatge, sobretot si és encoberta –treballar la mateixa habilitat o el mateix contingut de maneres diferents–, la RV permet practicar diferents coneixements procedimentals i declaratius en simulacions diferents; en canvi, la navegació a través d'una base de dades multimèdia o de la pròpia reconstrucció no es pot repetir perquè depèn de les decisions puntuals de la persona. Per això, en aquests casos convindria que l'ordinador emmagatzemés el recorregut. En tot cas, com que les situacions experimentals que permet un mateix model no són sempre les mateixes, hauria d'augmentar la motivació i també hauria de contribuir al següent principi esmentat per Foster, ja que fer tasques similars incrementa la transferència i el grau segons el qual la nova informació és ancorada en l'estructura cognitiva ja existent. Una de les estratègies més adequades per assolir la modificació cognitiva esmentada en el darrer punt és la solució de problemes, perquè integra diversos tipus de coneixement

–procedimental, declaratiu, explicatiu, emocional– i estableix una fita a assolir, plantejada en forma de repte o de problemàtica, que contribueix a augmentar la motivació individual i la col·laboració social (Vera, 2004: 61).

Això seria perfectament aplicable al cas de l'ensenyament de l'Arqueologia a través de la RV ja que la solució de problemes és una estratègia desenvolupada amb èxit a les classes de Ciències Socials i, per altra banda, la interactivitat de la RV permet dissenyar simulacions d'un projecte de recerca arqueològica en relació amb una problemàtica concreta o, en la concepció tradicional, amb un jaciment. En aquest sentit, alguns autors defensen el fet que el tipus d'estratègia d'aprenentatge que permet la RV pot servir per facilitar l'ensenyament - aprenentatge de les disciplines científiques gràcies a la superació de tres percepcions negatives que en tenen els/les estudiants (Jackson i Fagan, 2000: 85): en primer lloc, associen la Ciència amb la simple memorització de fets i fórmules, en lloc de fer-ho amb la investigació activa; en segon lloc, no veuen la relació entre la ciència que aprenen a l'escola i els problemes científics amb què es poden trobar confrontats a la realitat quotidiana; finalment, les assignatures escolars són versions simplificades i d'aproximació individual, de manera que els/les estudiants adopten molt fàcilment concepcions errònies o poc precises. De totes maneres, caldria tenir presents les conclusions derivades dels estudis empírics.

Fins ara hem intentat analitzar i reflexionar sobre de quina manera la RV segueix els postulats constructivistes. Tanmateix algunes autores consideren que ni aquest ni altres paradigmes educatius poden proporcionar una base teòrica completa sobre la qual construir la pràctica perquè estaven pensats per oferir un ampli marc conceptual sobre l'aprenentatge més que no pas per explicar els seus efectes empírics en funció del mitjà de comunicació i, per tant, no proporcionen la guia adequada ni per al disseny ni per a l'avaluació de les aplicacions (Mantovani, 2001: 213). El problema és que tampoc no comptem amb prou estudis específics com per començar a integrar els seus resultats de manera efectiva en un nou marc teòric propi de la RV educativa. En canvi, la conclusió d'altres autors i autores que han considerat el paper de les TIC des del punt de vista teòric, principalment a partir de l'experiència de les assignatures no presencials i els entorns d'aprenentatge assistit per ordinador, és que la seva introducció no només s'adiu amb els postulats del Constructivisme sinó que aquesta relació és tan estreta que s'estan integrant i donant pas a un nou model d'aprenentatge anomenat "Holiconstructivisme" (Vera, 2004: 60). Aquest model es fonamenta en la construcció per part de l'usuari/ària i mitjançant l'entorn virtual d'un coneixement total, diferent de la suma de les parts que el componen i, per tant, dependent de les seves possibilitats inicials (Vera, 2004: 60). L'element clau d'aquest model –i punt de connexió entre les TIC i les teories educatives– és la interactivitat (Vera, 2004: 60), que es converteix en un concepte format per tres vèrtexs: el tecnològic, representat per l'intercanvi d'informació amb la màquina; el cognitiu, representat per la reflexió crítica i la modificació de les estructures de pensament; i el social, representat per la col·laboració entre usuaris/es, ja sigui virtualment o des de la realitat física. Gràcies a la interactivitat i la virtualitat, el model supera algunes de les condicions establertes pel Constructivisme, com ara, les següents (Vera, 2004: 60, 62):

- Té en compte les característiques personals perquè –gràcies a la multimedialitat– s'adapta als diferents estils d'aprenentatge.

- Respecta els ritmes d'aprenentatge perquè el factor temps és flexible i adaptable a les necessitats individuals.
- Augmenta la motivació perquè la responsabilitat de l'aprenentatge reposa sobre l'usuari/ària.
- Desenvolupa l'aprenentatge significatiu perquè, a través de la realització d'activitats intel·lectuals diverses, induïx a modificar i enriquir les pròpies estructures cognitives, afectives i reguladores.

En conclusió, aquest paradigma sembla que superaria l'anterior perquè ha aconseguit l'impossible: socialitzar la individualització. Segons les paraules d'Isabel Vera (Vera, 2004: 58),

“El aprendizaje virtual ha modificado profundamente el rol desempeñado por profesores y alumnos, y ha roto con una de las constantes más firmes de todo proceso educativo, la estandarización de la enseñanza, para lograr uno de los retos más difíciles de alcanzar en todo proceso educativo: la individualización y socialización de la enseñanza y del aprendizaje a un mismo tiempo.”

És a dir, que permet atendre completament les necessitats individuals però sense detriment de la dimensió social. Això és possible gràcies a la virtualitat. De totes maneres, encara és molt aviat per extreure conclusions definitives sobre la realitat i la validesa del nou paradigma perquè tot just s'està començant a construir i, com també opina Isabel Vera (Vera, 2004: 58, 62), falten dades empíriques que ajudin a guiar aquest procés.

II.5.3.3.5.4. Factors que intervenen en el procés d'ensenyament – aprenentatge

II.5.3.3.5.4.1. Introducció

Com es pot deduir de l'apartat anterior, el nombre i el tipus de factors que es considera que intervenen en el procés d'ensenyament depenen del paradigma psicològic en què s'inscriu l'investigador/a. El repàs històric anterior ens serveix per comprendre d'on ha sortit cadascuna de les variables i quina ha estat la seva evolució, per poder valorar justament el seu paper en les explicacions actuals. Hereva del debat associacionista – cognitivista anterior però, sobretot, de les teories constructivistes més recents, la Psicologia educativa actual considera que el procés d'ensenyament - aprenentatge és un fenomen molt complex, en què intervenen factors de naturalesa molt diversa, i els agrupa en tres grans categories (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: II-IX; Clariana, 1994: 137): variables lligades a la persona, variables lligades a la tasca i variables lligades a l'entorn. Les primeres són vàlides per qualsevol situació i es refereixen a les característiques psicològiques, físiques i afectives de cadascú. Les altres dues, en canvi, estan determinades per cada cas concret: en el nostre, fan referència a les disciplines històriques com a domini de coneixement específic del qual procedeixen els continguts a aprendre. Les darreres, tenen a veure amb l'entorn que, en el nostre cas, és el museu i, consegüentment, amb les característiques museogràfiques i museològiques descrites per diversos/es autors/es.

Així doncs, el present apartat s'estructurarà seguint aquests tres àmbits i les explicacions repassaran les variables que presento en la taula que ve a continuació.

Variables lligades a la persona		Variables lligades a la tasca		Variables lligades a l'entorn	
Nivell de desenvolupament	Creixement Maduració Desenvolupament Aprentatge	Característiques específiques	Fets, conceptes Temps històric Multicausalitat Pluriparadigmàtica (Cultura material)	Context	Formal / informal Tipus de museu
Habilitats cognitives	Percepció Atenció Conceptualització Memòria	Coneixements	Declaratius Procedimentals / Explicatius Acitudinals	Models	Model contextual <i>Flow experience</i>
Factors motivacionals	Atribucions Motivació Expectatives	Procediments	Plantejament Identificació Adquisició Interpretació Anàlisi Comprensió Comunicació	Continguts	Coneixement i comprensió. Habilitats. Actituds i valors. Gaudi, inspiració i creativitat. Activitat, comportament i progrés.
Personalitat	Extraversió / introversió Sensibilitat / Intuïció Reflexió / Emoció Judici / Percepció	Tipus ensenyament	Receptiu Memorístic Instrumental Descobriments	Processos bàsics	Associació Exercitació Assimilació Reestructuració

Taula 11: resum de tots els elements involucrats en els tres grans grups de variables que intervenen en el procés d'ensenyament - aprenentatge.

II.5.3.3.5.4.2. Variables lligades a la persona. Les característiques intrapsicològiques

Introducció

Les teories gestaltistes i del camp cognitiu van ser les primeres a demostrar que les característiques internes de la persona influeixen en l'aprenentatge, per la qual cosa calia estudiar-les en profunditat i integrar-les en l'explicació d'aquest procés. Les teories posteriors als enfocaments associacionistes també han evidenciat que, certament, hi ha unes constants psicològiques comunes pròpies de l'espècie a partir de les quals establir lleis generals, però que la caracterització cognitiva dels éssers humans no s'acaba aquí perquè també hi ha diferències en els trets i les habilitats que són específiques de cada persona. A més, les diferències entre persones o entre espècies no són únicament horitzontals, sinó que també són verticals, és a dir, que canvien al llarg de la vida. Aquest seria el cas, precisament, d'alguns vessants de l'aprenentatge i constitueix la premissa que fonamenta de manera més o menys implícita la majoria dels sistemes educatius humans i de totes les aplicacions educatives dels diferents paradigmes psicològics. Així doncs, en relació amb l'aprenentatge les persones es poden definir a través de les següents característiques, ordenades en la taula següent segons el grau de generalitat i estabilitat (Clariana, 1994: 19):

Característiques	Generals	Individuals
Estables	Etapa evolutiva	Personalitat
	Habilitats cognitives	Estil cognitiu
	Aprentatge	Motivació Atribucions Expectatives
Canviants	Estratègies	(Enfocament de l'estudi)

Taula 12: resum i classificació de les característiques intrapsicològiques segons el seu grau de generalitat i estabilitat (Clariana, 1994).

Tanmateix, en aquest apartat no seguiré estrictament aquest ordre sinó que començaré parlant de l'aprenentatge, perquè hi plantejo un seguit de qüestions generals que serviran de base per les reflexions posteriors.

L'aprenentatge

L'aprenentatge és una característica general i canviant, l'estudi de la qual –com vèiem anteriorment– acompanya la societat occidental des dels seus orígens culturals i sempre ha estat molt lligada a la concepció filosòfica sobre l'ésser humà i les seves peculiaritats. En certa manera, bona part de la resposta a aquesta pregunta s'ha obtingut, precisament, a partir de la comparació sistemàtica recent entre humans/es i animals. Però amb anterioritat al s. XVIII era impensable establir una comparació d'aquesta mena, ja que es considerava que hi havia una barrera infranquejable entre l'ésser humà i la resta d'espècies vives, barrera establerta per la presència d'una ment substantiva que només les persones posseïen (Bigge i Hunt, 1973: 401). Per aquest motiu, les disciplines que estudiaven els animals –Ciències naturals– i les que estudiaven les persones –principalment, la Filosofia– estaven completament separades. La primera persona a afirmar la relació entre éssers humans i animals va ser Jean Jacques Rousseau al seu llibre *Émile* (1762), però va ser l'aportació transcendental de Charles Darwin la que va consolidar entre la comunitat científica la idea que tots els éssers vius estaven lligats per una continuïtat evolutiva, que es demostrava pel fet que els éssers humans també tenen conductes instintives, així com els animals mostren capacitats de raonament (Bigge i Hunt, 1973: 402). Deixant de banda que es tractava d'una idea totalment revolucionària, és interessant des del nostre punt de vista perquè constitueix la premissa fonamental per als experiments de laboratori que es durien a terme a partir del s. XIX, destinats a comprendre el comportament humà, i que permetrien deixar enrera el mètode introspectiu per convertir la Psicologia en una disciplina científica.

Els psicòlegs associacionistes van ser els principals impulsors de l'observació experimental de la conducta animal perquè consideraven que en ells era més fàcil aïllar les unitats mínimes de comportament a partir de les quals esperaven formular les lleis bàsiques de l'aprenentatge humà (Bigge i Hunt, 1973: 403). Efectivament, les nombroses recerques dutes a terme per aquesta escola van permetre de formular un seguit de lleis que caracteritzaven l'aprenentatge animal com una facultat mecànica, que es produïa a través d'un procés d'assaig i error. Tanmateix, com els psicòlegs gestaltistes van demostrar posteriorment, es tractava d'experiments totalment aliens a la realitat quotidiana d'aquells animals, és a dir, que se'ls presentaven problemes pensats per les capacitats humanes i, conseqüentment, era molt difícil que els resolguessin adequadament (Bigge i Hunt, 1973: 404). En contraposició a aquesta teoria, la Psicologia del camp cognitiu considerava que es produïa aprenentatge quan hi havia un objectiu a aconseguir i que, quan es tractava de resoldre un problema, els animals no realitzaven moviments a l'atzar sinó que, de la mateixa manera que nosaltres, temptejaven adequant la seva postura corporal, moviments, etc. en funció de les circumstàncies (Bigge i Hunt, 1973: 404). Per refutar la concepció mecanicista dels associacionistes, també van realitzar un gran nombre d'experiments, però ara pensats perquè reproduïssin les situacions reals en què es podien trobar i, entre d'altres conclusions, van demostrar que els animals poden establir relacions i generalitzacions a partir del raonament lògic, sense assaig i error, i que l'aprenentatge és intencional fins i

tot en els animals més senzills (Bigge i Hunt, 1973: 404-405). Implícitament, la Gestalt estava demostrant que la concepció associacionista encara era deutora del dualisme tradicional, que considerava que hi havia una separació neta entre el comportament instintiu dels animals i el racional dels humans.

Així doncs, l'aprenentatge és un component essencial per la supervivència ja que, com més complex i variable és el medi, més difícil és que tota la varietat de conductes possibles estiguin codificades genèticament i, per tant, s'ha de crear una estructura bàsica flexible capaç de modificar-se amb l'experiència. El debat sobre el paper de l'herència genètica i la cultura ha marcat bona part de l'evolució històrica de nombroses disciplines i ha constituït un dels elements definidors dels dos grans paradigmes en Psicologia evolutiva. Tradicionalment s'ha establert una distinció entre instints – associats amb els animals – i comportament complex – reservat a l'espècie humana. Un instint és rígid i estereotipat i, tot i que l'experiència el pot modificar, sempre ho farà dins uns límits molt estrets. En canvi, en els vertebrats superiors, especialment en els mamífers, el comportament esdevé progressivament modificable a través de l'aprenentatge. En altres paraules, l'aprenentatge precisa, dins uns límits genètics més flexibles, el caràcter del patró de comportament. Per tant, l'herència i l'aprenentatge estan indissolublement lligats a l'hora de determinar el comportament però, en el cas de l'espècie humana, els límits imposats per la genètica són tan amplis que l'aprenentatge juga el paper més important. En l'àmbit de la Psicologia cognitiva, es distingeix entre les “capacitats cognitives”, que es refereixen al conjunt de disposicions genètiques que ens permeten executar les conductes relacionades amb la nostra supervivència i les “habilitats cognitives”, que designen l'expressió d'aquestes capacitats a través de comportaments que s'han desenvolupat a través de la pràctica, és a dir, per via procedimental (Monereo, 2002: 25). Naturalment, l'equilibri entre genètica i aprenentatge està relacionat amb el temps de gestació i el grau de maduresa de les cries de les espècies: els bebès humans neixen molt poc desenvolupats i durant els primers catorze o quinze anys de vida adquireixen totes les habilitats i coneixements necessaris per sobreviure en el medi cultural humà; en canvi, les tortugues marines que surten dels ous a les platges de l'Atlàntic no tindran cap relació amb els seus progenitors i progenitores perquè ja estan plenament capacitades per sobreviure de manera autònoma. En un rang intermedi hi hauria, per exemple, les gosses que, contràriament al que pugui semblar, aprenen les conductes relacionades amb la maternitat a partir de la cura que van tenir d'elles les seves mares.

L'aprenentatge dels animals ha estat estudiat en nombroses espècies i des d'àmbits diversos i, sobretot en els treballs més antics, portava, en darrera instància, a intentar clarificar la peculiaritat de l'espècie humana. Com deia anteriorment, molts dels tipus definits per als animals procedeixen de les observacions en laboratori i, per tant, són artificials; però, actualment, les idees conductistes han estat superades i els estudis estan més enfocats cap a l'observació en el medi natural i la justa valoració del rol que correspon a les conductes socialment apreses. Aquestes dues vies d'aproximació han permès de classificar els tipus d'aprenentatge que poden acomplir els animals (Fischler i Firschein, 1987: 131-132):

- **Habilitats provinents de la genètica:** coneixement emmagatzemat en els gens.

- **Habituarió / sensibilització:** és la disminució d'una resposta com a resultat d'una estimulació continuada que no té cap valor per als seus objectius. La conducta contrària rep el nom de sensibilització.
- **Aprentatge associatiu:** es produeix quan s'associa una resposta amb un estímul al qual no estava prèviament associat. Un exemple és el condicionament operant de la caixa d'Skinner –en què el reforç es donava quan l'animal responia a l'estímul- o el condicionament clàssic dels experiments de Pàvlov –en què el reforç sempre estava precedit per l'estímul.
- **Aprentatge per assaig i error:** en aquest cas l'associació s'estableix entre una acció arbitrària i el seu resultat, sempre que es proporcioni un reforç. En el fons, és una forma de condicionament operant.
- **Aprentatge latent:** aquell que es produeix quan no hi ha cap reforç.
- **Gravació:** s'aprèn a establir una associació molt forta amb un altre organisme o, fins i tot, un objecte. Només és possible durant les primeres fases de maduració de l'individu.
- **Imitació:** quan s'aprèn observant les accions dels altres.
- **Perspicàcia o penetració:** habilitat de respondre correctament a una situació significativament diferent de qualsevol altra que s'hagi produït anteriorment. Només s'ha observat en algunes espècies de primats superiors.

En l'espècie humana existeixen altres maneres d'aprendre, que s'afegeixen a les anteriors (Fischler i Firschein, 1987: 129-130):

- **Informació proporcionada:** algú pot demostrar com acomplir una acció o descriure un objecte o situació.
- **Avaluació externa:** algú pot explicar quan s'està acomplint correctament una tasca.
- **Experiència o observació:** es pot aprendre a partir de la interrelació amb l'entorn, mesurant el grau d'apropament a un objectiu explícit.
- **Analogia:** es poden adquirir nous coneixements o habilitats transformant i augmentant coneixement previ que té alguna semblança amb els nous.

Aquestes formes són específiques de l'espècie humana perquè impliquen unes capacitats cognitives que només ella posseeix: la conceptualització simbòlica, de la qual es deriven, d'una banda, el llenguatge i, de l'altra, la resolució mental anticipada, l'extrapolació, etc. I això és també el que determina el tipus d'aprenentatge que es fa a l'escola, basat en el llenguatge verbal i normalment enfocat a l'adquisició de coneixements factuais, abstractes, tot i que darrerament s'ha volgut corregir aquest desequilibri posant molt més èmfasi en l'adquisició conscient d'habilitats procedimentals. Així doncs, actualment l'aprenentatge es considera un canvi cognitiu que fan les persones com a conseqüència de la interactivitat que s'estableix en la zona

de desenvolupament pròxim entre ella, els continguts, l'entorn i la persona o persones responsables de l'ensenyament. Consisteix a adquirir sabers culturals a través de la reconstrucció dels significats declaratius, explicatius o procedimentals que han estat preparats prèviament per qui guia el procés. Aquests sabers provoquen una reestructuració dels esquemes cognitius gràcies a l'ús d'heurístics –regles intuïtives– i algorismes –lleis d'inferència complexa–, propis dels significats explicatius, i que corresponen a la utilització del pensament formal (Clariana, 1994: 142).

El pensament formal es pot definir des de dos punts de vista, segons les seves propietats funcionals i els esquemes operacionals que activa. En el primer cas, trobem tres característiques principals, que corresponen a diferents enfocaments o estratègies per resoldre un problema i que el distingeixen clarament del pensament intuïtiu, també anomenat “sentit comú”. Per començar, allò real es considera un subconjunt del possible, amb la qual cosa, a l'hora d'avaluar una situació es tindran en compte tant les dades evidents com les potencials i s'intentaran buscar relacions causals entre totes elles (Pozo i Carretero, 1986: 15-16). En segon lloc, el pensament formal posseeix una estructura proposicional que genera dues conseqüències: el seu caràcter marcadament abstracte i la importància del llenguatge (Pozo i Carretero, 1986: 16). La tercera particularitat funcional és l'ús del pensament hipotètic - deductiu, a la base dels mètodes científics, que consisteix, sintèticament, en la formulació d'hipòtesis explicatives les conseqüències materials de les quals es poden comprovar empíricament (Pozo i Carretero, 1986: 16). Totes aquestes característiques es troben, precisament, en les disciplines històriques que, com veurem a l'apartat dedicat a les disciplines històriques com a domini de coneixement específic, treballen amb la multicausalitat, es basen en el llenguatge verbal, manipulen conceptes abstractes i es basa o ho hauria de fer en el mètode científic. El segon punt de vista és el dels esquemes operacionals, és a dir, diferents estratègies de raonament que Piaget i Inhelder [(Piaget i Inhelder, 1948), citats a (Pozo i Carretero, 1986: 16)] van ordenar en vuit classes principals, entre les quals es troben la combinatòria, les proporcions, les compensacions multiplicatives, l'equilibri mecànic i les correlacions. Tots aquests esquemes es troben repartits en les diferents assignatures del currículum escolar.

Les etapes evolutives

El procés evolutiu dels éssers humans és un caràcter general i estable perquè es produeix de la mateixa manera en tots els individus (Clariana, 1994: 21). Està format per quatre processos interdependents: creixement, maduració, desenvolupament i aprenentatge. Mentre que els dos primers són de tipus biològic i han estat estudiats per disciplines com la Medicina o la Biologia, els altres dos són de tipus psicològic i se n'han ocupat diverses branques de la Psicologia, àmbit en què cal destacar l'aportació de Jean Piaget que, malgrat les revisions posteriors, va ser el primer a estudiar-los de manera sistemàtica per tal d'establir un corpus educatiu adequat per a cada etapa.

El creixement (Clariana, 1994: 22) consisteix en una transformació quantitativa del cos, per la qual els ossos i els òrgans augmenten de mida en un procés d'acceleració desigual. La maduració (Clariana, 1994: 22), en canvi, és una transformació qualitativa, que es produeix des del sistema nerviós central cap a les extremitats i consisteix en una alteració de les estructures i/o la funció de les cèl·lules. La maduració presenta dues etapes destacades: des del naixement fins els 4-5 anys de vida, es produeixen canvis en

l'estructura i el funcionament del sistema nerviós; entre els 10-16, etapa anomenada pubertat, es posen en funcionament els òrgans relacionats amb la reproducció. El tercer procés evolutiu, el desenvolupament, es refereix a la formació de les funcions psicològiques superiors –motricitat voluntària, funcions cognitives (percepció, atenció, memòria, representació, formació de conceptes, creativitat), llenguatge verbal– i l'organització de l'activitat en relació amb un fi determinat (Clariana, 1994: 23). Aquest procés està molt lligat a l'aprenentatge, el procés d'interacció social i ambiental pel qual els éssers vius adquireixen nous coneixements i habilitats més enllà dels determinats per l'herència genètica (Clariana, 1994: 24). En realitat, l'aprenentatge no és l'únic factor determinat pel medi social; els altres no depenen només del codi genètic sinó que també hi influeix el contacte amb l'entorn. Per exemple, una persona creixerà més dins els seus límits en funció de l'alimentació; o es produiran més connexions neurals si ha rebut una adequada estimulació durant la infància; i no cal dir que les funcions psicològiques superiors estan lligades molt estretament a l'aprenentatge.

Una de les etapes més importants d'aquest procés evolutiu és l'adolescència (Clariana, 1994: 25-36), ja que s'hi produeixen canvis qualitius i quantitius molt importants a tots els nivells. A més dels canvis fisiològics relacionats amb l'adquisició dels caràcters sexuals secundaris, l'adolescència comporta el pas definitiu de les estructures cognitives i emotives infantils a les adultes. En el primer cas, com va establir Jean Piaget, s'adquireix un domini ple del raonament simbòlic, la metacognició, la capacitat de judici, etc. En el segon, es tracta d'una etapa complexa i delicada perquè es configura plenament la personalitat i el sistema de valors en relació amb la percepció d'un/a mateix/a, del món i de les persones que ens envolten. És per aquest motiu que s'atorga tanta importància a l'aspecte corporal i a les relacions socials dins grups alhora fortament cohesionats i competitius.

La personalitat

La personalitat és una característica estable com la anterior, però extremadament variable des del punt de vista individual (Clariana, 1994: 39). Per tal de facilitar l'estudi d'aquest aspecte s'han realitzat nombrosos estudis destinats a definir unes categories universals basades en el caràcter, el temperament, el físic i l'intel·lecte, que s'avaluen a partir de la conducta observada o de les respostes a qüestionaris específicament dissenyats amb aquest objectiu.

La personalitat designa la manera de ser de cada persona com un tot; per tant, inclou elements tan diversos com la conducta, les tendències d'acció, els sentiments i pensaments expressats, etc. D'entre tots aquests elements, aquells que es correlacionen s'agrupen en "trets" que ja no són observables directament, sinó que s'han d'inferir a partir dels anteriors. Finalment, a partir de diferents trets associats s'estableixen "dimensions", una nova categoria d'ordre superior que s'estableix com a factor en les anàlisis estadístiques multivariants dissenyades per descriure la personalitat. A més de les característiques estables, també es tenen en compte els estats, és a dir, aquelles conductes que s'aparten d'allò que seria habitual en aquella persona però que es manifesten com a resultat d'una situació emocional transitòria, com ara una gran ansietat. Un conjunt d'estats conforma un procés i permet ampliar i flexibilitzar la teoria de la personalitat per recollir la influència de l'entorn (Clariana, 1994: 43).

El primer a parlar de tipus humans va ser Hipòcrates (c. 460 - c. 377 a. C.). El metge nascut a l'illa de Cos va definir quatre temperaments –malenconiós, colèric, flegmàtic i sanguini– a partir de característiques psicològiques, biològiques i físiques (A.A.D.D., 2003a). Aquesta teoria va ser divulgada per Gal·lè (129 - c. 199) i va caracteritzar el pensament mèdic durant tota l'Edat Mitja i bona part de l'Era Moderna fins a ser desenvolupada per Kant en una de les seves obres filosòfiques (Clariana, 1994: 40). Tots aquests autors consideraven que cada tipus era exclouent i la seva aplicació absoluta. No va ser fins a la realització dels primers estudis psicomètrics per part de Wundt que es va introduir el matís dimensional que després estaria a la base de la teoria factorial. El model de Wundt (1903) estava format per dues dimensions –emotiu/no emotiu i variable/invariable– situades formant dos eixos al llarg dels quals es situaven les persones en funció de la puntuació obtinguda (Clariana, 1994: 46).

Carl Gustav Jung (1875-1961) va ser el primer a plantejar la possibilitat de categoritzar les personalitats segons diferents tipus psicològics i per definir-los es va basar en les dues funcions humanes que ell considerava més essencials: la percepció del món i la capacitat de decisió (A.D., 2004a). Dins de cadascuna d'aquestes funcions, que eren independents, hi havia dues formes oposades d'actuar, que definien un continu al llarg del qual es situaven totes les persones. En el primer cas, les persones extreuen la informació a través dels sentits o la intuïció; en el segon cas, prenen decisions basant-se en la lògica objectiva o bé els sentiments subjectius. Identificant i ordenant la preferència per aquestes funcions, seria possible establir tipus de persones, definits principalment a partir de la seva funció dominant. Malgrat que la introversió/extraversió estava acompanyada de dues funcions més –sensibilitat/intuïció i raonament/sentiment–, Jung considerava que la introversió/extraversió era tan important que condicionava totes les altres i per aquest motiu la va situar com l'element principal –funció dominant– dels vuit tipus universals de personalitat (A.D., 2004a).

Hans Jurgen Eysenck (1916-1996) va dissenyar un gran nombre d'experiments per estudiar la personalitat i mesurar la intel·ligència. Com que concedia una gran importància als determinants biològics de la personalitat, es va dedicar a la cerca dels factors físics que determinaven els diferents grups de personalitat (A.A.D.D., 2003a). Basant-se en les teories de Jung, el 1939 va aïllar tres factors que posteriorment s'han convertit en escales dels tests de personalitat anomenats *Eysenck Personality Questionnaire (EPQ)*. El primer factor definit per Eysenck és el d'extraversió - introversió. Anomenat “escala E”, designa la relació amb el món exterior. Contràriament al que es creu, la introversió no implica cap trastorn de la personalitat. Tant en un cas com en l'altre, la patologia –respectivament, histèria i distímia (ansietat, depressió, obsessions)– es produeix quan va acompanyat d'un alt nivell d'estabilitat en la segona dimensió (Clariana, 1994: 48-50). Aquesta està definida per les variables neuroticisme - estabilitat, que formen l' “escala N”. L'escala N està representada fonamentalment pel nivell d'ansietat, que es caracteritza per un patró d'activitat fisiològica concret –sudoració, augment del ritme cardíac, conductes motrius desorganitzades i poc funcionals– i un estat emocional desagradable (Clariana, 1994: 50-51). L'ansietat no s'ha de considerar un element patològic *a priori* sinó que, en realitat, es tracta d'una resposta adaptativa que presenta variacions en funció de cada persona. A més de l'ansietat, hi ha altres elements que defineixen aquesta dimensió, com ara el grau de timidesa, susceptibilitat, capacitat d'adaptació, etc.

Tant en un cas com el l'altre, la situació sobre l'eix depèn dels processos fisiològics subjacents. L'escala E (Clariana, 1994: 49) es relaciona amb el Sistema Reticular Ascendent (SRA), que és una estructura localitzada al tronc cerebral que té com a funció regular el nivell d'activitat del sistema nerviós. La inhibició o excitació del sistema nerviós té una gran influència sobre l'atenció i per aquest motiu està relacionat amb l'aprenentatge. Una altra cosa que s'ha descobert és que la diferència entre introvertits/des i extravertits/des a l'hora de buscar estimulacions noves no té a veure amb la curiositat sinó amb una manca d'activació interna en els/les segons/es, que es compensa amb estimulació de tipus extern. Les diferències en l'activació de l'SRA també segueix uns ritmes diaris: els/les extrovertits/des estan més actius/ves a la nit, mentre que els/les introvertits/des ho estan més al matí. L'escala N (Clariana, 1994: 52) està controlada pel Sistema Nerviós Autònom (SNA) que, d'una banda mana sobre la musculatura llisa encarregada de les respostes viscerals que caracteritzen les emocions i, de l'altra, sobre les glàndules implicades en les respostes metabòliques. Per aquest motiu la major part dels trastorns psicossomàtics són deguts a un elevat nivell d'ansietat i neuroticisme.

El darrer factor és l' "escala P" (Clariana, 1994: 53-55), que inclou la dicotomia psicoticisme / duresa i no està tan ben definida com les anteriors. Principalment, no es té la seguretat que es graduï en un continu com és el cas de les altres dues ni que en sigui totalment independent. També s'ha intentat associar amb trets definidors, el més important dels quals seria la impulsivitat. Aquesta està formada per quatre variables força independents entre elles –impulsivitat en sentit estricte, improvisació, gust per córrer riscos i vitalitat– i està molt associada amb l'extraversió. La taula següent, recull els trets de personalitat que conformen les diferents dimensions:

Escala E		Escala N		Escala P
Extraversió	Introversió	Neuroticisme	Estabilitat	Psicoticisme/duresa
Sociabilitat	Poca sociabilitat	Ansietat	Lideratge	Agressivitat
Vitalitat	Reserva	Labilitat	Animació	Fredor
Activitat	Passivitat	Sentiments culpa	Adaptació	Egocentrisme
Dogmatisme	Severitat	Poca autoestima	Autoestima alta	Impulsivitat
Recerca de sensacions	Tranquil·litat	Tensió	Impertorbabilitat	Comportament impersonal i antisocial
Despreocupació	Cura	Irracionalitat	Equanimitat	Manca d'empatia
Dominància	Introspecció	Susceptibilitat	Lleialtat	Creativitat
Gust per l'aventura	Afabilitat	Agitació	Control	Dogmatisme
		Emotivitat	Concentració	

Taula 13: Resum dels factors associats a cadascuna de les tres escales que contribueixen a definir la personalitat (Clariana, 1994).

Els treballs de Jung i Eysenck van ser desenvolupats per Katharine Briggs i, sobretot, per la seva filla Isabel Briggs-Meyer, que va demostrar la importància de les funcions auxiliars a l'hora de definir els tipus de personalitat. Per altra banda, també va incorporar una altra preferència distintiva que no havia estat definida per Jung: la dicotomia judici/ percepció (A.D., 2004a). Les teories actuals es basen en els seus treballs i consideren que cada persona es regeix per quatre paràmetres principals (A.D., 2004a):

- **El flux d'energia:** defineix la manera com es rep la major part de l'estimulació. Si prové de la pròpia persona, es considera "Introvertida" (I); si prové de l'exterior, es considera "Extrovertida" (E).

- **La forma d'obtenir informació:** es refereix al nostre sistema preferit d'aprehensió del món. Es pot ser "Sensitiu/va" (S), si hom es basa en els sentits, o bé "Intuïtiu/va" (I), si es basa en l'instint.
- **La manera de prendre decisions:** els judicis sobre el món i un/a mateix/a es poden basar més aviat en la lògica objectiva o bé en els sistemes de valors subjectius. En el primer cas, es considerarà que es tracta d'una persona "Reflexiva" (T, de "*Thinking*"); en el segon cas, "Emotiva" (F, de "*Feeling*").
- **L'estil de vida quotidià:** si una persona és organitzada, planificadora i es troba a gust en entorns estructurats, direm que és "Judiciosa" (J); si, en canvi, és més flexible i se sent a gust en situacions casuals, direm que és "Perceptiva" (P).

Totes les persones poden actuar de totes les maneres definides anteriorment, però sempre tindran tendència a decantar-se més per un o altre pol dins de cada categoria. La combinació d'aquestes quatre preferències és la que defineix la personalitat de cadascú i això ha donat lloc a una ampliació dels tipus inicials de Jung fins arribar a setze. Així doncs, ens trobem davant dues visions lleugerament diferents de la personalitat. Mentre que la teoria factorial d'Eysenk la considera una característica contínua que es mesura estadísticament, Jung i Briggs van discretitzar aquesta gradació en vuit i setze categories, respectivament, de manera que es perd en precisió científica però es guanya en utilitat pràctica. És per aquest motiu que moltes empreses els fan servir a l'hora de contractar o de promoure una persona.

La Psicologia educativa ha de tenir en compte aquestes característiques perquè moltes d'elles influeixen en major o menor mesura en el procés d'aprenentatge, com ara la creativitat, l'atenció, el dogmatisme, la sociabilitat, la concentració... I cal conèixer-les per poder adaptar el disseny de les estratègies educatives a les necessitats de cada persona. Per exemple, s'ha analitzat la relació del neuroticisme amb l'aprenentatge i s'ha arribat a la conclusió que, perquè es produeixi un bon rendiment, cal que la persona hi estigui emocionalment involucrada, però no fins el punt que això generi un estat d'ansietat elevat perquè llavors augmenta la preocupació pel fracàs i es cometen més errors (Clariana, 1994: 58). A més, les persones una mica ansioses són més ràpides en la realització de tasques intel·lectuals perquè l'impuls elevat augmenta la velocitat de resposta i contraresta els efectes del cansament (Clariana, 1994: 58). En conclusió, l'ansietat excessiva afecta les tasques que impliquen la memòria operativa – emmagatzematge d'informació– i la imaginació – capacitat d'improvisació – però en un nivell moderat afavoreix la motivació i la concentració (Clariana, 1994: 60).

Un altre tret que afecta l'aprenentatge és l'extraversió. En el món occidental, les característiques pròpies de les personalitats extravertides són molt valorades i això ha provocat que l'entorn educatiu oblidés les persones introvertides, amb la qual cosa es reforça la seva tendència a tancar-se en ells/elles mateixos/es. Tanmateix, s'ha comprovat que a l'escola primària la millor configuració per aprendre és la personalitat extravertida estable, mentre que l'escola secundària i la universitat demana una personalitat més aviat introvertida i moderadament neuròtica (Clariana, 1994: 62). Així és així perquè els estudis secundaris i superiors presenten un grau de complexitat i abstracció que demana autocontrol i motivació per aprendre. Les conseqüències negatives de l'excés d'extraversió queden reforçades pel fet que aquestes persones depenen molt més de les opinions dels/ de les altres que no pas els/les introvertits/des

(Clariana, 1994: 62). Però els resultats més negatius són els de les persones que presenten puntuacions molt altes a l'escala P (Clariana, 1994: 63). La seva manca de rendiment escolar podria ser deguda a les dificultats a l'hora de col·laborar amb els/les altres i de seguir normes. També hi influiria el fet que són persones excessivament impulsives i molt dogmàtiques; això fa que no es centrin en el que fan, que es resisteixen a modificar els coneixements o creences prèvies i, per tant, que no facin cap esforç per comprendre sinó que ignorin o distorsionin la informació segons la seva conveniència. Si, a més, tenen tendència a l'ansietat, augmentarà la irritabilitat, l'aïllament social i, conseqüentment, els problemes per mantenir l'atenció i la dificultat en l'aprenentatge. Així doncs, els problemes en el rendiment no es deuen tant a la manca de capacitats intel·lectuals com al comportament social.

Les habilitats cognitives

Les habilitats cognitives són un conjunt de capacitats generals i estables que tradicionalment s'han associat amb la intel·ligència i que, juntament amb el caràcter i el temperament configuren la personalitat de cadascú (Clariana, 1994: 69). A l'hora d'explicar les habilitats cognitives s'ha de considerar tant la seva tipologia com la seva adquisició o desenvolupament. Les habilitats cognitives intervenen en un seguit d'àmbits, que són els següents (Clariana, 1994: 123; Ham, 1994: 107): percepció (percepció sensorial i reconeixement de patrons), atenció, conceptualització (imatges mentals, organització semàntica), reflexió i solució de problemes, i memòria. D'aquesta llista es desprèn que el terme "habilitats cognitives" inclou gairebé totes les capacitats cognitives superiors. De la primera i la tercera n'he parlat àmpliament en el capítol dedicat a la percepció, en els apartats relacionats amb l'aprenentatge significatiu i també en parlaré quan arribem a les variables lligades a la tasca; l'atenció és fonamental per l'estil cognitiu. Així doncs, en aquest apartat m'ocuparé específicament del paper de la memòria però abans em referiré breument al seu desenvolupament i faré un breu repàs del concepte d'intel·ligència, justificat per la seva transcendència en els estudis històrics sobre les habilitats cognitives.

Després de les aportacions fonamentals de Piaget i de Vigotski, avui dia es considera que les habilitats cognitives es desenvolupen a través de la interacció necessària entre la pròpia evolució personal de creixement i maduració –un factor més aviat fisiològic i cognitiu individual– i l'aprenentatge –que és un factor social. El desenvolupament de les habilitats cognitives es produeix a través del llenguatge i gràcies a l'aprenentatge d'uns continguts culturals de tipus conceptual i procedimental (Clariana, 1994: 95). Aquests continguts s'ensenyen, respectivament, a través de la instrucció verbal i les activitats pràctiques. Com veurem més en profunditat quan parlem de les variables lligades a la tasca i a l'entorn, el llenguatge permet l'adquisició de conceptes i fets i es basa en la deducció; els procediments s'ensenyen a través de l'activitat pràctica i el descobriment i, per tant, es basen en la inducció (Clariana, 1994: 89). Aquests dos tipus de continguts i activitats porten –un cop passades dues fases prèvies de desenvolupament, respectivament, del pensament sensorio-motor i del pensament concret– a una reestructuració de les funcions intel·lectuals que, en la seva forma òptima, consisteix en l'adopció del pensament formal (Clariana, 1994: 95). Aquest procés no significa únicament la substitució d'uns conceptes previs per uns altres de més elaborats, sinó que també comporta la transformació de les formes de representació (Pozo, 1999: 514).

Tot i que hi està estretament lligada, la intel·ligència no és el exactament el mateix que les habilitats cognitives pròpiament dites sinó una manifestació o una “correcta” aplicació d’aquestes en funció d’un criteri d’optimització. És un concepte difícil de definir perquè s’associa amb habilitats i conductes a diferents nivells i també varia en funció de les cultures. Tant és així, que encara avui no hi ha una definició universalment acceptada sinó que més aviat es realitza una aproximació a través de l’explicació de diferents contextos en què es pot manifestar una conducta intel·ligent.

Robert J. Stenberg [(Sternberg, 1982) citat a (Clariana, 1994: 71)] considera que aquests àmbits principals són tres: el context, la tasca i els components. La introducció de l’entorn en una explicació sobre la intel·ligència es justifica pel fet que no és una capacitat independent del context sinó que hi està molt lligada. A fi de comptes, les capacitats cognitives –com les reaccions fisiològiques– estan dirigides a proporcionar una bona adaptació al medi i, d’aquesta manera, garantir la supervivència de l’individu. En el cas de l’espècie humana això encara és més cert perquè la seva capacitat simbòlica ha acabat substituint l’entorn natural pel cultural i, per aquest motiu, és impossible comprendre una persona fora del context social i cultural en què ha crescut. La intel·ligència associada al context implica la realització intencional de tres processos bàsics (Clariana, 1994: 71): l’adaptació, que consisteix en aconseguir un bon acoblament amb el medi; la selecció, que consisteix a seleccionar un medi alternatiu quan no és possible l’adaptació al primer; i, finalment, la modificació, que consisteix en adaptar el medi a les nostres necessitats. La principal característica de l’espècie humana d’ençà del Neolític ha estat, precisament, la seva capacitat de modificació a gran escala.

Seguint amb la proposta de Stenberg, la intel·ligència relacionada amb la tasca delimita quines activitats concretes són rellevants per posar a prova la intel·ligència d’una persona (Clariana, 1994: 72). L’autor considera que la realització d’una tasca és un bon indicador de la intel·ligència perquè involucra dues habilitats interdependents: la primera, enfrontar-se a noves exigències situacionals en què cal posar en joc els recursos cognitius de què es disposa; i la segona, que l’acompliment implicar tenir automatitzades bona part de les habilitats relacionades amb l’elaboració de la informació [(Sternberg, 1982: 90), citat a (Clariana, 1994: 72)]. En aquest cas, la diferència entre persones més i menys intel·ligents és, per exemple, que a l’hora de resoldre un problema matemàtic, les primeres es concentren directament en la solució mentre que les segones dediquen més temps als passos intermedis –llegir, fer anar la calculadora, escriure, etc.– perquè no els tenen tan automatitzats i, conseqüentment, això els priva de fixar-se més en altres aspectes més generals o supraordinats (Clariana, 1994: 73). La diferència entre principiant i expert es basa, precisament, en aquest principi però, habitualment s’aplica més a la manipulació dels continguts.

El tercer àmbit d’anàlisi de la intel·ligència és el dels seus components, és a dir, els mecanismes intel·lectuals implicats en l’elaboració de les representacions internes. Aquests es poden classificar segons dos criteris: la funció i el nivell de generalitat. En el cas de la funció, els components poden ser de tres tipus (Clariana, 1994: 74-75): en primer lloc tenim els metacognitius, que són components executius d’ordre superior utilitzats en la planificació, control i presa de decisions durant la realització de la tasca; el segon tipus correspon als de realització, que permeten l’execució pròpiament dita, com ara la codificació, la combinació i la comparació de la informació; finalment, hi ha els components d’adquisició de coneixement, que s’utilitzen per adquirir selectivament

les dades i depenen dels coneixements emmagatzemats a la memòria. El segon criteri és el nivell de generalitat, que organitza les habilitats segons que siguin més generals o més específiques. Les habilitats específiques estan formades per dos grans grups (Clariana, 1994: 75): les associades amb la intel·ligència fluïda –processos involucrats en la inducció i la deducció, que es posen en marxa a l’hora d’afrontar la novetat– i les associades amb la intel·ligència cristal·litzada –comprensió verbal, lectura i vocabulari, que són habilitats automatitzades a un nivell bàsic.

Totes aquestes explicacions serveixen per eliminar tòpics com ara l’associació de la intel·ligència a la rapidesa, la creativitat o les facultats lògico - matemàtiques. La intel·ligència està formada per un conjunt de variables ordenades jeràrquicament i –per diversos motius relacionats amb l’herència genètica i l’estimulació de l’entorn durant el procés de desenvolupament–, una persona pot tenir-ne molt desenvolupades unes i molt poc unes altres. A més, s’ha comprovat que el nivell d’intel·ligència absoluta augmenta amb l’edat durant la infància però també varia a nivell qualitatiu: les habilitats fluïdes són molt importants durant la infància i la joventut i decauen a mesura que augmenta l’edat, mentre que les cristal·litzades s’utilitzen poc durant la joventut i passen a ser molt importants a l’etapa adulta (Clariana, 1994: 75).

Aquestes evidències van portar Howard Gardner, nascut el 1943, a formular la teoria de la intel·ligència múltiple o multifactorial, en què redefinia el concepte d’intel·ligència com a combinació de set facultats diferents. A partir d’aquesta teoria s’han realitzat diversos intents per classificar les persones segons el seu estil d’aprenentatge, tal com es feia amb la personalitat. L’objectiu és el disseny d’estratègies educatives adequades per satisfer les necessitats individuals i, en el cas de l’entorn escolar, reduir la sensació de fracàs i alhora compensar o intentar potenciar els aspectes en què hi ha mancances. Els tipus definits són vuit i el procediment és molt similar al de la personalitat però en una versió simplificada: es tracta de respondre un qüestionari sobre la manera de parlar, concentrar-se, llegir, realitzar les tasques, relacionar-se amb la gent, etc. Malgrat que les persones poden emprar habilitats diferents per cada activitat, es considera que n’hi ha una de dominant i és aquesta la que defineix l’estil general de la persona. A la taula següent es presenten les facultats definides per Gardner [(Gardner, 1990), citat a (Hooper-Greenhill, 1998: 199-201)] aparellades amb el tipus individual (A.D., 1998a):

Facultat	Descripció	Tipus	Descripció
Lingüística	Capacitat d'utilitzar les paraules amb precisió i significació, discernir les acepcions de cada paraula i d'utilitzar ritme i matís per aconseguir un discurs elegant.	Lingüístic/a	Sensibles al significat, ordre, ritme, etc. de les paraules i a la seva capacitat de persuadir o transmetre informació. Són bons/es descriptors/es. Aprenen llengües amb facilitat i segueixen instruccions verbals.
Lògic-matemàtica	Capacitat per treballar d'una manera lògica i matemàtica. Aquest tipus de raonament està molt proper a allò que tradicionalment s'havia entès com a "intel·ligència".	Lògic/a - matemàtic/a	Tenen molta facilitat per resoldre problemes i construir solucions per mètodes no verbals. Els agrada que la informació estigui seqüenciada lògicament i establir connexions entre conceptes.
Espacial	Capacitat de formar i manipular un model mental d'un món espacial.	Visual i espacial	La seva memòria és principalment visual. Retenen bé les imatges i les disposicions espacials i els agrada treballar amb informació visual, com ara mapes, imatges, dibuixos, etc.
Musical	Capacitat d'interpretar i compondre obres musicals però també de distingir diferents tipus de sons.	Musical	La seva memòria és principalment auditiva. Responen bé a tot tipus de sons: música, veu humana, ambientals... Per això els agraden les històries i segueixen atentament les explicacions verbals.
Corporal - cinestèsica	Capacitat per resoldre problemes o crear coses utilitzant parts del cos o tot el cos (dansa). Com més es permeti a les persones que experimentin per elles mateixes, major serà la possibilitat de desenvolupar i explotar aquesta forma d'intel·ligència.	Cinestètic/a	Utilitzen el cos de formes diferents segons la tasca. Aprenen fent les coses perquè el moviment físic contribueix a l'emmagatzematge a la memòria. En edat escolar, els nois acostumen a ser més cinestètics que les noies: de seguida manipulen les coses i els agrada moure's durant les activitats.
Interpersonal	Capacitat per comprendre altres persones i treballar en col·laboració amb elles. Ens fa entendre que els i les altres no són com un/a mateix/a i que la seva manera de pensar és igualment vàlida encara que sigui diferent. Els museus de tot el món i de totes les èpoques estan plens de possibilitats d'explorar la semblança i la diferència.	Interpersonal	Són gent sociable. Treballen bé amb altres persones perquè són capaços/ces d'entendre-les bé i adaptar-se ràpidament als seus canvis d'humor. Els agrada el debat i el treball en grup, és a dir, tot allò que impliqui una interacció amb altres persones.
Intrapersonal	Capacitat per concebre un model exacte d'un mateix i utilitzar-lo per funcionar amb eficàcia en la vida. Per saber com són els i les altres i poder-los/les entendre, abans cal conèixer-se un/a mateix/a.	Intrapersonal	Persones motivades i amb un elevat coneixement d'elles mateixes. Els agrada tenir temps per la reflexió i per desenvolupar i expressar els seus pensaments.
Naturalista	Capacitat de moure's intuïtivament en espais naturals i comprendre el seu funcionament gràcies a una gran facultat d'observació i classificació automàtica.	Naturalista	Els agrada estar a l'aire lliure i cercar patrons i ritmes a la natura, en la qual s'orienten intuïtivament. Són bons/es observadors/res i classificadors/res. Posseeixen un fort sentit de la justícia i pensen sempre en l'impacte de les seves accions sobre el món que els envolta.

Taula 14: Descripció de les facultats que defineixen la intel·ligència i els tipus de persona associats.

Tots aquests tipus han servit no només per comprendre la complexitat cognitiva de l'espècie i de cada individu en particular, sinó que també han contribuït a ampliar el concepte d'aprenentatge de manera que s'ha enriquit la pràctica escolar i s'ha donat cabuda als tipus d'aprenentatge que es produeixen en els entorns formals i informals. Ens n'ocuparem a l'apartat dedicat a les variables lligades a l'entorn.

Gairebé totes les funcions del còrtex cerebral utilitzen la memòria, la qual cosa ens demostra que no es pot considerar una simple base de dades sinó que es tracta d'un complex procés cognitiu. Tanmateix, si hi ha en els vertebrats alguna funció que depèn especialment de la memòria és l'aprenentatge, ja que aquest es basa en l'adquisició de coneixements i/o habilitats noves que els permeten adaptar el seu comportament en el medi i, per tant, és fonamental per la supervivència. La retenció i ús posterior d'aquestes novetats no seria possible sense la memòria. Però, a més, com es dedueix de les teories

més recents sobre la percepció i l'aprenentatge, la memòria no és només un magatzem d'informacions desconnectat de l'aprehensió del món real sinó que aquest procés està condicionat pels coneixements anteriors de la persona: la interpretació d'un patró estimular o l'adquisició d'una explicació sobre astronomia depèn de la significativitat d'aquelles informacions, que està subjecta a les estructures cognitives prèvies.

La memòria de l'ésser humà es localitza en punts molt diversos del cervell, concretament en les àrees associatives del lòbul frontal, temporal, parietal i occipital així com en certes parts del sistema límbic, especialment a l'hipocamp (Fischler i Firschein, 1987: 36). Els estudis empírics han portat a identificar aquests punts com a estructures estables, cadascuna de les quals posseeix propietats funcionals específiques, relatives al tipus i la quantitat d'informació que emmagatzemen, la forma que pren i el temps de permanència. Una primera aproximació permet distingir entre dos tipus de memòria, associats a dues funcions bàsiques (Valle, 1992: 43): en primer lloc, la memòria que intervindria en el propi procés d'aprenentatge –dins de la qual es troba la memòria sensorial i la memòria a curt termini– i, en segon lloc, la memòria que guarda les coses apreses amb anterioritat, la memòria a llarg termini. Aquesta organització ha portat moltes vegades a comparar els ordinadors amb la memòria humana, però aquesta posseeix una facultat que les màquines no tenen: una persona sap quan coneix una dada; en canvi, un ordinador, no.

Un estudi més aprofundit permet proposar un model més detallat dels tipus d'estructures i la relació entre elles. Segons aquest model, la informació que arriba dels sentits passa successivament –de manera anàloga al procés de percepció visual– per tres tipus de memòria (Fischler i Firschein, 1987: 36-37; Valle, 1992: 50):

- **Memòria sensorial (MS):** gestiona les dades que li arriben directament dels sentits. Cada modalitat sensorial posseeix el seu propi centre i el seu propi codi per guardar, de manera gairebé immediata, les informacions estimulars. La seva capacitat de retenció seria molt escassa.
- **Memòria a curt termini (MCT):** permet manipular informació rebuda poc temps abans i no deixa empremta permanent en el cervell. La codificació seria de tipus semàntic, tot i que després matisaré aquesta afirmació.
- **Memòria a llarg termini (MLT):** a diferència de les dues anteriors, la informació es guarda permanentment i ho fa, en qualsevol cas, sota un format semàntic.

Vegem cada tipus de memòria una mica més detalladament. La MS té una capacitat d'emmagatzematge molt escassa, inferior a la de la MCT, i la seva permanència és inferior al segon (Valle, 1992: 51-52). Com he afirmat abans, sembla que cada modalitat sensorial té el seu propi centre, tot i que els més ben coneguts són els que corresponen a la vista i l'oïda, anomenats, respectivament, “memòria icònica” i “memòria ecoica”. La memòria icònica es pot definir com la persistència en el temps d'un estímul visual que ja ha desaparegut (Valle, 1992: 54). Sperling va dur a terme una sèrie d'experiments (Sperling, 1960) –que ara ja són considerats clàssics– sobre l'amplitud de la memòria visual, i va arribar a la conclusió que les persones veien més del que recordaven perquè la informació emmagatzemada a la memòria visual desapareixia amb una velocitat superior al temps que necessitaven per generar una resposta verbal (Dember i Warm,

1990: 347-348; Valle, 1992: 55). El seu objectiu, llavors, va ser mesurar la rapidesa amb què desapareixia la informació i va comprovar que si el senyal per informar es retardava 1 s, el nivell de resposta disminuïa del 76% al 36%; si després de l'estimulació es presentava un camp blanc il·luminat, el percentatge baixava al 25% i encara es reduïa més si el camp era de color negre (Dember i Warm, 1990: 348). Això demostrava que els elements de l'estimulació encara persisteixen en qualitat d'imatges visuals durant un temps posterior d'aproximadament 1 s, que permet processar la informació quan físicament ja no hi és (Dember i Warm, 1990: 56).

L'avantatge d'aquest fenomen sembla clar: permetria al sistema visual disposar durant més temps de la informació per poder extreure els trets visuals dels estímuls; però també és cert que la presència d'un segon estímulo pot interferir en la identificació d'un objecte si en redueix el temps mínim necessari (Valle, 1992: 57). Això ha portat alguns autors a preguntar-se si la memòria icònica existeix realment o bé és un efecte induït al laboratori. La resposta més acceptada és que no es tracta d'un artifici experimental i que la memòria icònica és útil durant l'anomenada supressió sacàdica: els moviments sacàdics dels ulls ocupen aproximadament el 10% del temps d'observació d'un objecte i provoquen que la seva percepció sigui discontinua; la memòria icònica tindria com a funció, precisament, completar aquesta percepció perquè sigui contínua a través de la prolongació de la imatge durant més o menys un segon, que lligaria la imatge presacàdica amb la postsacàdica (Valle, 1992: 58). És més, fins i tot sembla –a partir dels experiments psicofísics– que la imatge es forma durant les primeres desenes de segons de la fixació i a partir d'aquí la percepció depèn de les anàlisis realitzades sobre aquesta icona i no pas sobre l'estímul real (Valle, 1992: 58). Els estudis posteriors als de Sperling s'han encaminat a analitzar les característiques de la informació visual i s'ha comprovat que el record és relativament insensible a la brillantor, color, mida, forma, etc. i, per tant, a diferència de les dues altres memòries, recull els estímuls en un format precategoryal (Valle, 1992: 57). Així doncs, del detall dels continguts se n'ocupen la MCT i la MLT, tot i que això no significa que s'oblidi completament el format en què es presentaven; aquesta informació també s'emmagatzema i de vegades és útil per recuperar el record concret.

La MCT pot retenir una informació durant 15-20 segons i la seva capacitat es troba al voltant de set elements (Valle, 1992: 52), tal com va determinar Miller, company de Bruner al *Center for Cognitive Studies* (Hevern, 2004). A diferència de la memòria anterior, aquí sí que es pot anomenar l'estímul perquè la informació emmagatzemada no és precategoryal. Tradicionalment, s'havia afirmat que la MCT codificava lingüísticament, amb independència de la modalitat sensorial de l'estímul, però després s'ha vist que els resultats estaven condicionats pel format de l'experiment, que presentava sempre estímuls de doble naturalesa, visual i acústica (lletres i paraules). Tanmateix, encara sembla que hi ha una certa prevalença del mode lingüístic - articuladori sobre el visual (Valle, 1992: 53-54). La funció de la MCT és la manipulació instantània de la informació tal com ens va arribant a través dels sentits. Un cop ha acomplert aquesta missió és millor que s'oblidi el contingut per tal que no interfereixi en les activitats següents i es pugui emmagatzemar permanentment aquella informació realment útil (Valle, 1992: 65).

Aquesta capacitat de retenir un estímulo immediatament percebut s'ha explicat a través de la teoria de la reverberació (Fischler i Firschein, 1987: 36-37), segons la qual la recuperació immediata d'una dada és possible sempre que l'impuls nerviós continuï

circulant a l'interior d'un circuit tancat de neurones. Sembla que hi ha dos tipus de memòria a curt termini, que es distingeixen pel temps que les dades queden emmagatzemades. El primer tipus correspon a la memòria sensorial més immediata; el segon tipus, a una memòria que es manté entre trenta segons i unes quantes hores i que utilitzem, per exemple, quan retenim un número de telèfon fins que l'hem marcat. Aquest mecanisme de retenció té les seves limitacions en relació a la quantitat d'informació però també en relació al temps ja que, si no es repassa sovint, acaba oblidant-se. Precisament, les estratègies de record són un dels factors que intervenen en el record a curt termini, així com també els coneixements previs de la persona, ja que és més fàcil de recordar una informació que té un significat que no pas una sèrie de línies, lletres, etc. inconnexes i desproveïdes de sentit (Valle, 1992: 60). Aquesta és l'evidència que va permetre de concloure que la MCT es regia per un codi semàntic.

Finalment, arribem a la MLT. La seva capacitat és pràcticament il·limitada, ja que designa tots els coneixements que posseeix una persona en un moment concret i, per tant, correspon a tot el que ha anat acumulant al llarg de la seva vida fins llavors. El tipus de codificació també ha estat objecte de debat perquè en un primer moment s'havia afirmat el caràcter exclusiu del format semàntic. Després, la presència de característiques relacionades amb la forma, en lloc del contingut –i, per tant, no semàntiques– ha permès de matisar aquesta postura i concedir que, malgrat que el caràcter semàntic abstracte és molt important perquè constitueix la base de les operacions cognitives d'alt nivell, també s'hi emmagatzema informació depenent de la modalitat sensorial, és a dir, que hi ha una pluralitat de codis (Valle, 1992: 66-67).

Els records que queden permanentment al cervell utilitzen un sistema completament diferent del de la MCT i, per explicar-lo, s'han elaborat dues hipòtesis (Fischler i Firschein, 1987: 36-37). La primera estableix el concepte de “facilitació”, segons el qual quan una informació entra en un circuit neural, aquest queda “facilitat” perquè passi posteriorment un missatge similar. L'altra teoria proposa la intervenció de l'ARN: la memòria seria el resultat de la sintetització per part de l'ARN d'una proteïna específica per a cada tipus de record. Les disfuncions de persones amb traumatismes cranials han mostrat que també aquesta memòria està dividida en diversos tipus –per exemple, material verbal i no verbal, etc.– i també que els records emmagatzemats es transfereixen des de la memòria anterior.

A continuació parlarem dels factors que influeixen en el record perquè el veritable aprenentatge no és troba en la memòria com a entitat fisiològica, sinó en el procés de memorització i de record, que és la fase en què es poden comprovar empíricament les característiques qualitatives i quantitatives de l'aprenentatge. Hunter [(Hunter, 1957), citat a (Valle, 1992: 44)] va distingir tres fases en el procés general de record que, en el fons, s'assembla molt al d'aprenentatge que s'ha fet servir tradicionalment en l'àmbit pedagògic:

- Adquisició o aprenentatge.
- Retenció.
- Record.

Dins de cadascuna d'aquestes fases s'han identificat –gràcies als experiments sobre temps de resposta, capacitat de reconeixement, etc.– una sèrie de factors que influeixen positivament o negativament en el procés general. Per exemple, en la fase d'adquisició, es poden esmentar variables corresponents a allò que s'ha d'aprendre, la persona implicada i les circumstàncies externes. En el primer cas, és fonamental el canal, la integració, i l'organització del material: és per aquest motiu que les editorials, les escoles i, en general, totes les persones i institucions implicades en processos d'ensenyament - aprenentatge posen tant d'èmfasi en el disseny. Els experiments han demostrat que no tots els materials s'aprenen amb la mateixa facilitat: per exemple, quan es tracta de material dotat d'un significat –prosa o vers en oposició a paraules o lletres sense sentit– el temps d'aprenentatge es redueix de manera important (Valle, 1992: 46). També s'ha comprovat, tot i que les interpretacions varien molt d'un autor a l'altre, que recordem millor les coses quan les associem amb estímuls sensorials. S'ha fet la prova amb la presentació de la imatge d'un entorn familiar dins el qual s'han associat elements que cal recordar. En aquest cas, la recuperació dels records consisteix en recollir la imatge de referència i recordar l'objecte associat amb ella. Els bons resultats demostren que fem servir diferents mecanismes i representacions segons que es tracti d'informació simbòlica o icònica i que la memòria d'objectes processats a partir d'informació icònica és superior a la codificada a partir de la simbòlica (Fischler i Firschein, 1987: 230; Mayor i Moñivas, 1992b: 547).

En relació amb les variables personals, l'atenció s'ha de tenir en compte perquè és fonamental, ja no en el marc de l'aprenentatge sinó, fins i tot, al nivell perceptiu (Dember i Warm, 1990). L'atenció implica la consciència i serveix alhora per protegir i optimitzar la capacitat limitada dels nostres sistemes perceptius i cognitius davant la gran quantitat d'informació provinent del medi. En el cas de la percepció visual, tal com hem vist al capítol corresponent, sempre s'activen dues fases, una de preconscient i una de conscient, l'ordre de les quals dependrà de l'element que ha iniciat el procés: si està guiat per la cognició –posem per cas, quan busquem un objecte–, l'atenció funciona des d'un bon principi i l'anàlisi automàtica dels estímuls visuals actuarà cada cop que els nostres ulls es parin en un objecte per tal d'identificar-lo i comparar-lo amb la imatge que el desenvolupament de la tasca ha portat a la memòria activa; en canvi, si està guiada per les dades –posem per cas, quan mirem distretament per la finestra d'un vehicle–, les informacions visuals es processen de manera inconscient i només en determinades circumstàncies –un moviment sobtat en el camp visual, una forma o color que crida l'atenció, etc.– l'estímul activarà les conductes dirigides a centrar-hi la nostra atenció per tal d'interpretar correctament l'esdeveniment. Mentre que els processos inconscients són automàtics, ràpids, eficients i no demanen esforç cognitiu, els processos conscients es poden interrompre, són més lents i requereixen una inversió intel·lectual determinada (Mayor i Moñivas, 1992b: 538). L'atenció també està estretament relacionada amb la motivació, que es pot definir com la disposició activa i positiva per rebre informació i explorar un context concret d'adquisició d'informació. Aquesta actitud es pot assolir a través de les instruccions explícites prèvies, l'entorn favorable, etc. –tot de variables que abordaré quan parlem de la psicologia contextual– però també hi influeixen la familiaritat del tema i el signe positiu o negatiu de les expectatives.

Dins la fase de retenció s'han remarcat la influència de l'actitud, les expectatives, els coneixements previs i les activitats paral·leles o posteriors que es desenvolupen i que, d'una manera o altra poden interferir en la preservació del record (Valle, 1992: 45). En

aquest sentit, es parla de la “teoria de la interferència” i s’ha demostrat que la corrupció del record és major com més coses tenen en comú els nous coneixements i els antics (Valle, 1992: 49). Això sembla entrar en contradicció amb els postulats constructivistes, que afirmen que l’aprenentatge de nous coneixements s’optimitza quan hi ha una base anterior amb què connectar-los. Tant una afirmació com l’altra són certes perquè la interferència es produeix no pas en una situació d’identitat total sinó quan, per exemple, el tema o l’estructura són els mateixos però varia el detall dels continguts. Un altre factor que influeix negativament –però en menor mesura que l’anterior–, i que és recollit per la “teoria de l’esvaïment”, és el factor temporal: com més temps passa, més coses s’obliden, si no es fan servir (Valle, 1992: 49). Això no obstant, ni el simple repàs ni tampoc la quantitat de temps no són suficients perquè augmenti el nivell de retenció d’un record, sinó que el que compta són el tipus d’operacions que es posen en marxa (Valle, 1992: 73, 75).

Finalment, el record depèn de les condicions i característiques de la prova que es fa servir per mesurar-lo; és a dir, d’una banda, els criteris utilitzats en l’avaluació i, de l’altra, la relació entre el context en què es va produir l’aprenentatge i el context en què aquest es recupera (Valle, 1992: 47). Pel que fa al primer cas, la demostració ha vingut pel fet que, sobre un mateix fenomen, experiments diferents han proporcionat resultats diferents (Valle, 1992: 76). Les proves al laboratori han demostrat que la qualitat del record és una funció del grau de correspondència o superposició de contextos, és a dir, que han d’intervenir les mateixes pistes –paraules, frases, etc.– que es van produir a la fase inicial o bé que siguin capaces d’activar les mateixes operacions cognitives implicades en el moment de l’aprenentatge (Valle, 1992: 48).

L’estil cognitiu

L’estil cognitiu és una característica individual, que descriu les particularitats de les persones a partir del procés mental que fan quan actuen en el seu medi i que és susceptible de ser modificat dins uns límits genètics i culturals en funció de l’adquisició de nous coneixements que reestructuren les estructures cognitives prèvies (Clariana, 1994: 98). L’estil cognitiu es refereix als processos perceptius, decisionals, cognitius, etc. involucrats en la resolució d’una tasca intel·lectual (Clariana, 1994: 101). El principal problema a l’hora d’analitzar els estils cognitius és que tradicionalment s’han situat o bé en l’àmbit de la personalitat o bé en el de la intel·ligència, perquè aquestes dues àrees sempre s’havien analitzat separatament. Avui dia, alguns autors consideren que els estils cognitius constitueixen una frontissa entre aquests dos aspectes i que permeten explicar les diferències individuals perquè es situen a mig camí entre la personalitat, que és estable, i l’enfocament de l’estudi en funció de les capacitats intel·lectuals i les motivacions (Clariana, 1994: 101).

Kogan [(Kogan, 1981), citat a (Clariana, 1994: 102)] va definir un mínim de nou estils cognitius:

- **Dependència - independència de camp:** emprada en els tests de personalitat, descriu les diferències a l’hora de percebre una informació. Unes persones es guien més per les dades externes, mentre que d’altres es guien pels seus referents interns.

- **Escrutament:** quantitat i intensitat de l'atenció dedicada a la realització d'una tasca.
- **Amplitud de categorització:** habilitat per identificar i ordenar conceptes en categories inclusores.
- **Estil de conceptualització:** conceptes i criteris que es fan servir per identificar semblances i diferències entre els estímuls.
- **Complexitat i simplicitat cognitives:** tendència a construir explicacions del món segons un punt de vista multidimensional o unidimensional.
- **Reflexivitat - impulsivitat:** consistència individual pel que fa a la latència i la qualitat de resposta.
- **Anivellament - agudització:** relacionat amb les tasques de record i identificació d'objectes i esdeveniments.
- **Control constrictor - flexible:** facilitat per distreure's, ja sigui per factors interns o externs.
- **Tolerància a les experiències irreal:** capacitat d'acceptar i manifestar experiències que s'allunyen de la realitat o d'allò que es considera veritable.

De tots ells, el que es considera més important és el de reflexivitat - impulsivitat perquè és el que presenta implicacions més directes de cara a l'aprenentatge escolar. La reflexivitat - impulsivitat estudia l'avaluació que fa la persona dels seus propis productes cognitius i la repercussió que això té sobre la tasca mentre l'està duent a terme (Clariana, 1994: 104). Els tests han demostrat que, en general, els nen/es reflexius/ves dediquen més temps a avaluar les seves respostes i per tant cometen menys errors; en canvi, els/les impulsius/ves accepten la primera hipòtesi que elaboren sense parar atenció a la seva exactitud i això els porta a cometre més errors (Clariana, 1994: 105). A més, aquesta major latència els permet emprar una aproximació analítica, mentre que la dels/de les altres és global i atzarosa (Clariana, 1994: 113). En el fons, l'enfocament analític està molt relacionat amb el raonament formal i és per aquest motiu que acostuma a generar problemes a partir de l'ensenyament secundari.

La reflexivitat - impulsivitat està associada a quatre elements (Clariana, 1994: 114): l'esforç realitzat, la motivació, la memòria i la metacognició. En el primer cas, les persones adultes actuen impulsivament quan se'ls demana una gran velocitat, però els/les nens/es adopten aquesta modalitat espontàniament. En el segon cas, la reflexivitat també té a veure amb la motivació, perquè les persones reflexives acostumen a estar més motivades a fer-ho bé i per aquest motiu hi dediquen més temps. En el tercer cas, els/les reflexius/ves utilitzen bones estratègies de record, mentre que els/les impulsius/ves actuen desordenadament i sense parar atenció i això comporta problemes de retenció a llarg termini. Finalment, també s'ha vist que la impulsivitat porta a subestimar la dificultat de la tasca i per això ja s'enfoca malament tant des del punt de vista de l'esforç com de les estratègies a dur a terme. També s'ha comprovat que, amb l'edat, per efecte tant del desenvolupament cognitiu com de l'entorn social,

ens tornem més reflexius/ves, tot i que aquest canvi no es produeix en totes les persones en el mateix moment (Clariana, 1994: 106).

La impulsivitat no és només un estil cognitiu, sinó que també pot formar part de la personalitat i llavors es tracta d'un caràcter estable. Aquestes persones acostumen a presentar problemes de rendiment acadèmic perquè, tot i posseir un nivell cognitiu i intel·lectual normal, tenen molts problemes per mantenir l'atenció i adoptar les estratègies de treball adequades a la tasca (Clariana, 1994: 111). El fet de cometre errors genera una sensació de fracàs i, conseqüentment, un estat d'ansietat que provoca novament l'adopció d'una resposta impulsiva, amb la qual cosa es genera un cercle tancat de difícil solució interna (Clariana, 1994: 115).

Motivació, atribucions i expectatives

Les condicions necessàries perquè es produeixi l'aprenentatge no només són contextuals i cognitives, sinó també psicològiques: la persona ha de tenir una concepció positiva de l'aprenentatge, que el motivi a iniciar i mantenir un procés d'aquest tipus. Aquesta era una de les tres condicions d'Ausubel per l'aprenentatge significatiu i té un origen cultural, per tant, es pot canviar a través d'activitats que tinguin en compte aquest objectiu. A més, és una característica pròpia de cada persona.

Les actituds envers les tasques escolars es poden referir a tres moments temporals diferents –atribucions, motivació i expectatives–, els quals conformen un conjunt d'explicacions causals globals. En primer lloc, les **atribucions** tenen a veure amb el passat i es poden definir com les percepcions que tenen les persones de les causes que han provocat l'èxit o el fracàs en una tasca determinada (Clariana, 1994: 151). Com és que les persones valoren de manera diferent un mateix resultat? Doncs perquè l'explicació depèn de les variables explicatives que es tenen en compte i que es poden classificar en tres categories independents entre elles però organitzades internament com a gradació contínua (Clariana, 1994: 152-153). La primera és la localització: hi ha causes que es situen dins de la persona –habilitats cognitives, personalitat, etc.– mentre que d'altres se situen a fora –dificultat de la tasca, sort, temps disponible, etc. La segona és l'estabilitat de la causa al llarg del temps: la pròpia intel·ligència no canvia, però sí ho pot fer la sort o la dedicació. La tercera variable és el control, que significa fins a quin punt es podia haver actuat d'una altra manera: l'esforç és controlable, però no pas la sort, la dificultat de la tasca o les habilitats cognitives.

La valoració de la situació present correspon a la **motivació**, que es defineix com el nivell d'interès que experimenta la persona en relació amb l'aprenentatge i constitueix alhora una característica més estable de la personalitat i un estat transitori que es dona en una situació concreta (Clariana, 1994: 145). La motivació sempre es planteja en relació amb una finalitat, que pot referir-se al propi aprenentatge, és a dir, a la millora de les capacitats cognitives –amb la qual cosa es considera intrínseca–, o bé pot referir-se al resultat d'aquell procés –amb la qual cosa es considera extrínseca. Els estudis demostren que el pes d'aquests dos tipus varien amb l'edat i que, a mesura que els nens i les nenes creixen, els reforços externs perden importància i l'aprenentatge depèn cada cop més de la satisfacció personal (Clariana, 1994: 147). Per això és molt important que l'aprenentatge sigui realment significatiu des del punt de vista lògic i psicològic, ja que la connexió emocional que hi estableix la persona l'empeny a continuar aprofundint en

el procés o a iniciar-ne de nous. La realització plaent i correcta d'una tasca no només comporta un augment de la satisfacció personal en relació amb aquesta sinó que contribueix a millorar la percepció i valoració d'un/a mateix/a i això redunda en benefici de l'aprenentatge.

La motivació extrínseca es relaciona amb una compensació externa que pot ser la valoració social o bé una recompensa final. El primer tipus és molt important a la societat i es refereix a l'aprovació dels pares o professors en les primeres etapes de la infància que, progressivament, van essent substituïts en aquest rol pels companys/es de classe i de la feina (Clariana, 1994: 149). El problema d'aquest tipus de motivació és que, portada a l'extrem, provoca que la persona deixi de concentrar-se en la tasca i estigui més pendent de la reacció de l'entorn social, la qual cosa repercuteix negativament en l'aprenentatge i genera ansietat. El segon tipus de motivació es refereix a l'obtenció d'un premi, un títol o l'aplicació instrumental d'aquells coneixements (Clariana, 1994: 149), que apareixen successivament com a fita central durant la vida d'una persona.

El tercer tipus d'actitud són les **expectatives**, que es refereixen a les explicacions que es realitzen abans d'acomplir una tasca sobre el seu resultat i que estan relacionades amb els objectius i el grau de confiança en la possibilitat d'aconseguir-los, suposant que hi s'hi apliqui un esforç moderat (Clariana, 1994: 153). Com més importància s'atorgui als factors inestables –esforç, sort– més fàcil serà que les expectatives d'èxit canviïn, però també pot generar un estat d'ansietat si es sobrevaloren els que no depenen d'un/a mateix/a (Clariana, 1994: 155). La percepció d'una expectativa d'èxit és sempre millor que la de fracàs perquè és més motivadora i afavoreix l'aprenentatge.

Estratègies d'aprenentatge

Les estratègies d'aprenentatge són característiques generals i canviants que consisteixen en la utilització concreta de les pròpies habilitats cognitives per aconseguir un fi prèviament fixat (Clariana, 1994: 173). La diferència entre les habilitats i les estratègies és que mentre les primeres apareixen espontàniament en el curs evolutiu de la vida de les persones i configuren l'abast potencial de les seves capacitats, les segones s'adquireixen a través de l'aprenentatge i l'experiència i impliquen la posada en pràctica estructurada d'algunes de les habilitats anteriors per tal d'acomplir un objectiu concret (Clariana, 1994: 176). Per tant, la diferència entre un/a nen/a de sis anys i un/a noi/a de quinze no és només una major capacitat de memòria sinó també, dins els límits marcats per les seves habilitats cognitives, la capacitat d'utilitzar estratègies complexes.

Les estratègies d'aprenentatge s'han classificat en tres tipus, ordenats en funció del nivell d'elaboració personal de la informació (Clariana, 1994: 178-179):

- **Estratègies de repetició:** consisteixen en la imitació d'un model a través de l'assaig i error.
- **Estratègies de gestió:** impliquen un millor coneixement del material a aprendre i per aquest motiu les accions necessàries per assimilar-lo són més complexes i autònomes. Comporten l'establiment de connexions entre els coneixements previs i la informació i la persona utilitza procediments sistemàtics de

reelaboració de la informació –resums, subratllats, etc.– per facilitar l’aprenentatge i la construcció de nous significats.

- **Estratègies de regulació:** en aquest cas hi ha un control conscient de l’aprenentatge, pel qual la persona preveu quina serà la millor acció, avalua els resultats i modifica el seu pla durant el procés i, quan ja ha acabat, el valora per decidir si cal millorar-lo.

D’aquesta manera, l’aprenentatge esdevé un procés dinàmic i autorregulat que es va perfeccionant a mesura que se saben més coses del contingut i dels procediments necessaris per aprendre’l i que evoluciona des de la simple repetició, totalment dependent del professor, a la capacitat metacognitiva autònoma (Clariana, 1994: 179). Mentre que el primer estadi implica un aprenentatge mecànic, el darrer és totalment significatiu.

II.5.3.3.5.4.3. Variables lligades a la tasca. Les característiques específiques de l’ensenyament - aprenentatge de les disciplines històriques

Introducció

Per influència de les concepcions filosòfiques de la societat occidental, l’aprenentatge s’ha anat associant progressivament amb l’adquisició d’una forma científica de raonament. Aquesta expressió designa una manera concreta d’interpretar el món, basada en la dialèctica permanent entre una teoria general i les informacions empíriques que arriben a través dels sentits, la qual cosa la fa flexible, revisable, i també, en comparació amb el pensament intuïtiu –basat en inferències i analogies parcials i que també té com a objectiu la comprensió i predicció de l’entorn –, la situa com a vehicle més veraç i fiable d’aprehensió del món²⁰⁹.

Piaget va ser un dels primers a associar el desenvolupament ple de les capacitats cognitives amb el pensament formal, però els estudis empírics dedicats a contrastar els seus postulats (Pozo i Carretero, 1986: 18) han demostrat que no es tracta d’un procés automàtic, uniforme i universal, sinó que cal ensenyar-lo i els continguts també exerceixen una influència qualitativa en aquest procés (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 228). El raonament científic s’adequa perfectament a la finalitat última de l’aprenentatge segons el Constructivisme perquè implica el pas dels continguts o coneixements declaratius i procedimentals als explicatius (Clariana, 1994: 134). El primer tipus correspon a les descripcions de fets i conceptes, que permeten predir què passarà en el futur, com per exemple saber que el cel és blau. El segon tipus correspon a les habilitats i seqüències d’accions que permeten fer coses; seguint l’exemple anterior, pintar adequadament el cel en un dibuix figuratiu. El tercer tipus correspon al domini de models teòrics i analogies o marcs de referència que donen significat als fets i les accions dels altres dos tipus de coneixement, com per exemple, saber que si el cel és

²⁰⁹ Això no obstant, molts autors consideren que no és possible ni convenient substituir un sistema per l’altre. Aquesta afirmació es deriva de dues postures diferents (Pozo, 1999: 517): o bé es considera que no es pot perquè hi ha una continuïtat entre ells i la diferència és acumulativa; o bé es considera que no es poden substituir perquè són essencialment diferents i, per tant, no hi ha necessitat d’ensenyar el científic fora de l’àmbit acadèmic. La solució conciliadora és pensar que tots dos poden fer servei en funció de la situació perquè la vida quotidiana no permet –ni necessita– aplicar el rigor del pensament formal.

blau és a causa de la dispersió de les partícules de llum. En altres paraules el coneixement explicatiu permet anar més enllà de la descripció per establir relacions de causa - efecte que ajudin a predir els esdeveniments i reduir la incertesa que causa allò desconegut (Clariana, 1994: 133-134). A més, la idea de les teories pedagògiques més recents és que no n'hi ha prou amb ensenyar nous conceptes i la seva aplicació: cal ensenyar diferents maneres d'inferir explicacions a partir de l'observació (Clariana, 1994: 134). Això no només té conseqüències epistemològiques, sinó també ètiques o socials, perquè afavoreix la valoració dels fets, les explicacions i les persones des d'una perspectiva relativista.

El desenvolupament del pensament formal depèn de la maduració cognitiva però sobretot dels coneixements específics de cada disciplina i, especialment, de l'aplicació concreta de les metodologies generals a cada nucli teòric concret (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 213). En el nostre cas concret, aquest pensament formal a què feia referència en la definició inicial és el propi de les ciències històriques: la Història i les seves disciplines auxiliars poden contribuir a formar un conjunt de coneixements metodològics i actitudinals compartits amb totes les branques del saber, però també uns d'específics, principalment conceptuals, que són els que exposaré a continuació. Després, repassaré alguns models psicopedagògics de l'ensenyament de la Història i miraré d'establir una relació entre els models d'ensenyament i les tendències historiogràfiques de la disciplina. Tot i que és un tema molt interessant, no és el meu objectiu intentar esbrinar aquí les relacions causals exactes entre la transformació de les concepcions teòriques de la disciplina, els enfocaments de la pràctica educativa i l'entorn social. La meua intenció és simplement descriure els diferents models i, com a conseqüència, es fa evident que, si bé en un principi semblaria que són completament independents, es pot trobar una correlació entre uns i altres. Tanmateix, com ja he dit, l'aprofundiment en el perquè d'aquesta relació constituiria un segon nivell explicatiu que no s'abondarà aquí.

Les disciplines històriques com a domini de coneixement i aprenentatge específics

Qualsevol disciplina està formada per dos components essencials interdependents: d'una banda, un conjunt de conceptes, específic de cada branca, que forma el nucli bàsic de coneixement; de l'altra, un conjunt de metodologies, moltes d'elles compartides amb altres sabers, que permet treballar amb l'anterior i millorar-lo (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 213). En el cas concret de les disciplines històriques, el nucli teòric estaria format per conceptes de tipus espacial, temporal, sociològic, etc. i el metodològic pels sistemes d'ordenació, verificació, etc. dels conceptes anteriors. Els estudis demostren que la diferència entre els/les principiants i els/les especialistes és la seva consciència metacognitiva (Pozo, 1999: 514) i la capacitat altament sofisticada de manipulació dels conceptes. Per tant, l'aprenentatge de les disciplines històriques consisteix, partint de les idees prèvies de la persona sobre aquesta disciplina, en l'adquisició de les xarxes jerarquizades de conceptes i de procediments que li permeten estructurar el seu àmbit explicatiu (Asensio, 1993: 17; Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 213). En altres paraules, l'aprenentatge de les disciplines històriques ha de tenir en compte l'estructura lògica de la disciplina i l'estructura psicològica de la persona en relació amb aquell àmbit de coneixement (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 233), per aconseguir que progressivament la segona s'acabi identificant amb la primera.

Per què serveix aprendre Història/Arqueologia? Reprenc des d'una perspectiva psicopedagògica la presentació sobre la funció social i educativa de l'Arqueologia realitzada al primer volum²¹⁰, per afirmar que les disciplines històriques posseeixen dues grans finalitats educatives. La primera és la comprensió del món actual a través dels processos històrics; això exigeix l'adquisició de dades conceptuals –fets, dates, etc.–, que només són útils en la mesura que constitueixen la “matèria primera” obtinguda i treballada mitjançant els procediments i que conjuntament permeten transformar les estructures cognitives i actitudinals prèvies en relació amb la disciplina. La segona és una funció metacognitiva, per la qual s'extrapola la metodologia històrica i es converteix en un conjunt de procediments d'aplicació general que s'ha anomenat pensament formal. Com puntualitza encertadament Alejandra Junco (Junco, 2002: 83), no es tracta de formar historiadors o historiadores, sinó d'aprofitar les habilitats cognitives que posen en pràctica les disciplines històriques, perquè el pensament formal no es pot ensenyar (Pozo, 1999: 516). Tornant a les funcions de la disciplina, a causa de la definició d'Història/Arqueologia que he adoptat, les dues funcions es confonen perquè la finalitat última de l'educació tal com s'entén avui dia també és la comprensió crítica i l'actitud responsable en el context històric actual. En canvi, si hagués afirmat que la Història consistia en el coneixement del passat, les dues funcions s'haurien distingit més clarament: d'una banda, els tres tipus de continguts quedarien restringits a un enfocament més acadèmic de la disciplina i, de l'altra, hi hauria una extrapolació cognitiva i social, és a dir, d'aplicació a la persona i al seu entorn social. Això no obstant, com ja he explicat quan presentava les concepcions bàsiques sobre l'Arqueologia, els museus i la RV al primer volum, crec que la funció social - educativa de les disciplines històriques és indescindible de la seva essència epistemològica i, per aquest motiu, l'adquisició del pensament formal és inherent –i no pas secundari o posterior– a la seva pràctica professional i educativa.

Tanmateix, el pensament formal propi de les disciplines “de Lletres”, com ara la Història, és diferent al de les Ciències empíriques, en què ha estat definit més clarament i per això acostuma a constituir l'estàndard epistemològic. Les “Lletres” tenen problemes per aplicar aquesta concepció empirista perquè costa identificar i aïllar les variables que intervenen en un esdeveniment i sovint no es pot distingir entre les dades i les seves interpretacions (Clariana, 1994: 92). Això fa que haguem de considerar els esdeveniments segons diferents marcs de referència i complica molt la tasca. I no cal dir que, en la majoria de casos, és impossible reproduir els esdeveniments en condicions experimentals. Pel que fa a aquest darrer punt, l'Arqueologia l'ha resolt en una part molt petita a través de l'Arqueologia experimental. Però, en qualsevol cas, aquesta especificitat de les disciplines històriques no és –com s'ha plantejat habitualment–, un problema epistemològic ni educatiu. Des d'aquest darrer punt de vista, serveix per fugir de les actuals concepcions neopositivistes anglo-saxones i eixamplar el concepte de Ciència o, més exactament, apropar-lo a una concepció epistemològica constructivista; és a dir, serveix per comprendre que no existeix una veritat absoluta ni sobre els fenòmens socials ni sobre la natura i que, per aquest motiu, cal adoptar una flexibilitat que, lluny d'abocar a l'angoixa existencial, hauria de conduir a un esperit relativista, tolerant i conciliador. Naturalment, aquest és el resultat d'un procés llarg i progressiu, que exigeix un cert desenvolupament cognitiu i un cert domini previ del nucli teòric - metodològic històric per poder comparar-lo amb el científic.

²¹⁰ En el capítol sobre “Epistemologia i funció de l'Arqueologia”.

Centrant-nos en l'aspecte conceptual, la Història implica quatre grans tipus de coneixements (Trepal i Alcoberro, 1994: 37). El primer tipus correspon als coneixements declaratius, és a dir, fets, conceptes i altres informacions de tipus descriptiu. El segon tipus és la dimensió temporal, que constitueix una de les (principals) formes d'ordenació dels anteriors. Es basa en un seguit de conceptes jerarquitats, que són la ubicació cronològica concreta, la durada de períodes temporals –curta, mitjana o llarga– i el ritme, que serveixen per aproximar-se a la noció de canvi històric. El canvi històric –el tercer tipus– es descriu a través de la idea de procés: un cop establerts els dos nivells anteriors, una de les principals estratègies de la Història és l'establiment de relacions dialèctiques entre aquelles entitats i aquestes constitueixen la base de les explicacions sobre el passat i el present –que correspon al darrer tipus. Les característiques específiques de la Història sorgeixen d'aquest nucli conceptual bàsic. Vegem-los més detalladament.

Els coneixements **declaratius**, els més bàsics de la disciplina, estan dividits en polítics, militars, econòmics, tecnològics, socials, religiosos i culturals, associats de diferent manera en funció de la tendència historiogràfica. Han conformat el vocabulari específic de la disciplina que serveix per descriure els fenòmens històrics. Com el pensament formal, les disciplines històriques es basen en el llenguatge verbal i manipulen elements de diferents nivells d'abstracció. Una altra característica essencial i específica de les disciplines històriques és la manipulació d'**escales temporals**. L'ordenació seqüencial dels fets històrics ha estat tradicionalment una de les principals formes de jerarquitació del nucli teòric de la disciplina i és imprescindible perquè constitueix la base de qualsevol explicació de tipus històric: només havent ordenat els fets podem establir relacions causals entre ells. El temps és el marc epistemològic de la causalitat i aquest marc està format per tres grans categories jerarquitades, la data precisa, el període i el ritme (Trepal i Alcoberro, 1994: 37), que impliquen, respectivament, nocions com ara l'ordre, la durada i els processos de canvi social (Pozo, 2002: 281).

Les disciplines històriques també es caracteritzen per la presència de la **causalitat complexa**. En realitat, no és una particularitat exclusiva d'aquesta disciplina: els fenòmens socials i naturals del present també són conseqüència de causes molt diverses. La diferència és que la comprensió de l'univers encara es regeix per una concepció mecànica lineal –excepte en l'àmbit de la teoria quàntica i la teoria del caos– i en canvi la perspectiva històrica complica molt més aquest sistema causal perquè els agents posseeixen naturaleses diferents, tenen un abast divers i no sempre són observables a través de les fonts o bé no deixen traça física directa. I, a això cal afegir-hi que la pròpia percepció del temps no és objectiva i universal, sinó que depèn del punt de vista individual, de la percepció tant dels agents històrics com dels/de les observadors/res. Per tot això la causalitat no és unívoca ni lineal i el procés de canvi històric s'assembla més a un sistema caòtic –comportament estocàstic regit per lleis deterministes, autoorganització dels sistemes a partir de la interacció de múltiples agents i importància de la retroalimentació positiva– que no pas a la visió tradicional d'estadis successius i necessaris de progrés en què grans causes produeixen grans efectes (McGlade, 1999).

La darrera particularitat de les disciplines històriques és el fet de ser **pluriparadigmàtica** (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 223). Aquesta característica la distingeix completament de les Ciències “dures” perquè, mentre que en aquest àmbit els marcs teòrics tenen un abast general, són successius i es substitueixen, en el cas de les

disciplines històriques, són més limitats, simultanis i s'exclouen. Això dificulta l'aprenentatge de la disciplina perquè significa que, en realitat, el nucli conceptual bàsic de què parlava al principi no té una validesa universal, sinó que moltes parts de la xarxa depenen de l'escola teòrica de referència. De totes maneres, aquesta dificultat presenta uns avantatges que confereixen a les disciplines històriques un paper insubstituïble de cara a la societat: si bé es cert que l'aprenentatge és més difícil, també és cert que contribueix a adquirir una concepció relativista del coneixement humà que és molt menys evident en el cas de les Ciències. La comprensió d'aquest relativisme permet transmetre a les persones la idea que no hi ha cap branca del saber que proporcioni veritats i que, per tant, cal ser prudent en els judicis i comprensiu amb les opinions alienes. Aquest és un principi essencial de la convivència humana, al qual tendeixen les formes democràtiques de govern.

Les característiques específiques que he explicat fins ara evidencien que, contràriament a l'opinió de molta gent, les disciplines històriques no són senzilles perquè impliquen la comprensió i manipulació d'un nucli conceptual i metodològic de gran abstracció i diversitat. La divergència entre aquesta afirmació i la percepció popular és deguda al model psicopedagògic imperant avui dia, que encara associa la Història amb la simple memorització de fets i dates ordenats successivament. Alejandra Junco, que manté una opinió molt similar a la meua sobre el desajust entre algunes concepcions universitàries i la pràctica educativa escolar de la disciplina, ho expressa amb aquestes paraules (Junco, 2002: 80):

“Se presenta a la Historia únicamente como el resultado de lo investigado, pero no como la investigación misma. Esto es, se la muestra como un saber acabado, definitivo, no como un proceder incesante, lleno de cuestionamientos, de diferentes interpretaciones. Aunque efectivamente “saber historia” sea en un sentido “saber lo que pasó” (saber informativo), en otro, el más importante, es comprender cómo se elige y se construye continuamente eso que ha de ser el pasado referente y cimentador, y sobre todo comprender bajo qué criterios, intereses y desde qué contextos se construyen (saber formativo).”

Aquest model, a més d'oblidar una part fonamental de la disciplina, no té en compte les capacitats cognitives de l'alumnat i, per aquest motiu, s'hauria de substituir l'organització actual del currículum per una seqüència més propera a la que, per exemple, proposen Juan Ignacio Pozo, Mikel Asensio i Mario Carretero (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 238-239) per a l'àrea d'Història durant EGB i ESO:

- **Metodologia i teoria històriques:** en primer lloc, ensenyar les característiques específiques, la lògica interna, els sistemes cronològics, etc., és a dir, els conceptes i procediments essencials perquè puguin raonar sobre problemes històrics simplificats que, atesa l'etapa evolutiva, s'hauran de centrar en l'estudi de l'entorn. L'estratègia principal a adoptar hauria de ser el descobriment.
- **Nuclis conceptuals bàsics:** després, ensenyar els grans nuclis conceptuals de la disciplina, les idees generals i globals per comprendre el funcionament de les societats. Haurien de ser conceptes estàtics, relacionats entre ells a un nivell molt bàsic i, atesa l'etapa evolutiva, relacionats amb la societat actual. El mètode pedagògic seria el receptiu i significatiu amb exercicis de descobriment per reforçar els coneixements transmesos per exposició.

- **Aplicació diacrònica:** finalment, anàlisi diacrònica d'un aspecte concret a través dels canvis en les formes d'organització social al llarg del temps. Permet aplicar els conceptes i procediments apresos en les dues fases anteriors, que funcionen com a inclusivors. El procés d'ensenyament - aprenentatge hauria de basar-se, encara més que abans, en l'exposició i el descobriment.

La diferència entre aquesta proposta i el sistema actual és que aquesta té en compte les estratègies necessàries per la transmissió de cada tipus de coneixement i, sobretot, les possibilitats i limitacions de cada etapa de desenvolupament cognitiu. També és diferent de la seqüència de l'aprenentatge reconstructiu proposada per Ausubel perquè situen els coneixements procedimentals en la primera fase d'aprenentatge i no pas en la segona. Tornant a la comparació amb la didàctica actual de les Ciències Socials, és un currículum pensat a llarg termini, en què cada any es proposa un tipus de contingut diferent, en lloc de voler esgotar cada any la totalitat de la Història universal però augmentant el nivell de detall. Aquest és un tipus d'ensenyament purament memorístic, que només permet practicar l'associació i oblida tota la riquesa d'estratègies i procediments que contenen les disciplines històriques. En canvi, la proposta present demostra que, contràriament a la conclusió de la Psicologia evolutiva, la Història posseeix una utilitat abans de l'adolescència, gràcies a l'aprenentatge per reestructuració, perquè tant en cada fase com a nivell general es combinen diferents tipus d'estratègies orientades a l'assoliment en la darrera etapa del pensament formal que és, precisament, l'objectiu de la pràctica educativa de les disciplines acadèmiques i, molt especialment, de les històriques.

L'Arqueologia, com ja hem vist en el capítol dedicat a la seva definició (Volum I), té la cultura material com a font principal de coneixement perquè parteix de la premissa que aquests objectes són portadors d'informació –en ells mateixos i en la relació amb altres objectes– del context històric d'origen perquè hi han estat creats, utilitzats i rebutjats en funció d'unes necessitats concretes, que determinen la seva forma, funció i ubicació. Així doncs, és una ciència indicial i la cultura material es converteix en una font de coneixement anàloga als documents escrits que utilitza la Història però amb unes diferències essencials que, segons Ángela García Blanco (García Blanco, 1988: 8-10), són: l'objectivitat, la unicitat de la informació continguda en cada objecte, i la universalitat diacrònica i sincrònica tant en l'espai com dins una mateixa societat. En realitat, la cultura material no està formada per elements independents sinó per contextos, és a dir, per conjunts d'objectes de diferent naturalesa, connectats formant xarxes estructurades, la descripció de les quals constitueix el primer nivell d'aproximació a l'explicació històrica. Un cop destriats els processos post-deposicionals naturals, estem en disposició de començar a inferir les relacions socials, polítiques, econòmiques i culturals que van provocar els patrons que observem al registre arqueològic. En paraules d'Ángela García Blanco (García Blanco, 1988: 12),

“La cultura material implica, pues, una teoría sobre los objetos y también una práctica de investigación sobre los mismos, basada en el análisis.”

I aquesta anàlisi es centra en els atributs físics dels objectes arqueològics, com ara la forma, la mida, la decoració, la ubicació espacial, a partir dels quals es realitzen inferències sobre les organitzacions socials. És a dir que, seguint la definició del

pensament formal, practica uns esquemes operacionals específics a partir d'un nucli conceptual bàsic que comparteix amb la Història.

Aquesta teoria és la que fonamenta l'Arqueologia com a disciplina històrica de comprensió del present i que pot ser traslladada a les seves aplicacions educatives. Des del punt de vista horitzontal, de les diferències personals, l'Arqueologia permet desenvolupar tots els tipus de facultat cognitiva que he esmentat anteriorment i dels quals proposo un exemple a la taula següent (Henson, 2004):

Facultat	Activitat arqueològica
Lingüística	Redacció de les memòries
Lògica	Organització estratègies de camp, anàlisi
Espacial	Excavació
Cinestètica	Treball de camp, experimentació
Naturalista	Prospecció, enregistrament de dades
Interpersonal	Treball en equip, organització del grup
Intrapersonal	Entendre el comportament humà a través de l'Arqueologia

Taula 15: habilitats cognitives que pot ajudar a desenvolupar l'Arqueologia i de quina manera hi contribueix (Henson, 2004).

Des del punt de vista vertical, de desenvolupament cognitiu de les persones, el raonament formal ple no és pot assolir fins els 12-15 anys, en què es domina el pensament lògic i es poden manipular proposicions abstractes. Tanmateix, l'Arqueologia permet començar a treballar estratègies i continguts que preparen el camí per aquest assoliment. Durant l'estadi sensorimotor (0 - 2 anys), es poden manipular objectes per identificar-los, jutjar les relacions espacials, comprendre les conseqüències de les pròpies accions, etc. En realitat, aquesta és una fase que té a veure amb l'Arqueologia pel fet que es manipulen objectes propers. Durant la següent fase, l'estadi preoperacional (2 - 7 anys), s'inicia la comprensió simbòlica de l'entorn. Com que el pensament encara està dominat per les impressions visuals i l'experiència directa, segueix essent una fase manipulativa, però en què es poden començar a inserir els conceptes de classificació i generalització, perquè ja existeix aquesta capacitat, tot i que és limitada.

El millor moment per introduir l'Arqueologia és, probablement, l'estadi operacional concret (7 - 11 anys) perquè ja s'adquireixen alguns dels conceptes i principis generals que regeixen les relacions de causa - efecte, encara que segueix tractant-se d'una comprensió egocèntrica, concreta, del món. Aquesta és una situació ideal per iniciar l'anàlisi de la cultura material, ja que precisament es tracta d'un coneixement concret, manipulatiu i inductiu. Els nens i nenes poden descriure, comparar i establir tipologies per adquirir i desenvolupar les habilitats associades amb aquestes estratègies. La descripció és un element menys banal del que pot semblar a primer cop d'ull perquè implica la identificació explícita d'atributs, la distinció justificada i objectiva dels objectes, l'ordenació, l'activitat manual –reconstrucció, dibuix, pintura, entre els tres i els onze anys– i la pràctica del llenguatge verbal –a partir dels vuit– per tal de posar en paraules concretes aquelles percepcions intuïtives (García Blanco, 1988: 23-24). Aquest serà el moment també d'establir comparacions i seriacions, que serveixen per reforçar i desenvolupar les nocions descriptives anteriors. Només cal dissenyar bé les activitats en funció dels resultats que es volen assolir, perquè els objectes poden servir per arribar a conclusions de diferents tipus (García Blanco, 1988: 26): econòmica –a través de la

funció, les mides i la forma–, cultural –a través de la decoració o la forma–, geogràfica –a través de la distribució espacial–, temporal –a través dels principis bàsics de la cronologia relativa (seriació, estratigrafia)–, etc.

En conclusió, la cultura material posseeix aplicacions educatives molt diverses perquè és objecte d'anàlisis descriptives, comparacions, tipologies i també permet contrastar hipòtesis o generar interpretacions diverses, amb la qual cosa contribueix a comprendre el món que ens envolta i alhora desenvolupar el sentit crític. I, precisament, la cultura material ha estat fins ara la raó de ser dels museus. Conseqüentment, les exposicions sobre temes d'Arqueologia seran llocs on es podrà aprendre a pensar dins el marc d'una disciplina científica concreta, emprant la cultura material i aprofitant les estratègies pròpies d'aquest entorn educatiu informal: l'observació, l'associació, la interpretació personal, la síntesi, etc. Ho veurem en l'apartat dedicat a les variables lligades a l'entorn.

Models psicopedagògics de l'ensenyament - aprenentatge de les disciplines històriques

L'ensenyament – aprenentatge de les disciplines històriques es pot classificar en tres grans models, determinats per les concepcions de l'aprenentatge i de la pròpia disciplina.

L'ensenyament tradicional es basava en els postulats de la Psicologia conductista i això tenia conseqüències de cara als continguts, el paper del/de la professor/a i l'alumne/a i el desenvolupament del procés d'aprenentatge. Aquest model relegava l'alumne/a a un paper passiu i receptiu mentre que el/la professor/a assumia tot el protagonisme perquè s'encarregava de transmetre tota la informació, que constituïa l'element central del procés d'ensenyament - aprenentatge. Com que es considerava que el procés havia de ser observable i que els mecanismes bàsics eren de caràcter associatiu (Bardavio i González Marcén, 2003: 16; Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 215), calia delimitar clarament un nombre d'objectius observables i especificar detalladament quins continguts s'havien de transmetre. Per tant, l'ensenyament - aprenentatge de la Història consistia en la selecció i transmissió d'un conjunt de fets i dates que, després d'una fase de reforç a través de la repetició verbal, l'alumne/a havia de ser capaç de repetir exactament (Bardavio i González Marcén, 2003: 16). Així doncs, aquesta orientació receptiva memorística de la pràctica educativa coincidia amb una tradició factual i descriptiva de la Història per satisfer una (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 216) concepció culturalista de la societat, segons la qual l'important era l'acumulació de coneixements, encara que no hi hagués darrera una comprensió profunda.

Progressivament, aquest primer enfocament repetitiu de fets i dates desconnectats va anar essent substituït per un de més descriptiu, que partia de la idea postmoderna que les disciplines històriques consistien en una narració de processos, institucions i estructures socials (Asensio, 1993: 16). Això no obstant, la realitat de l'ensenyament - aprenentatge era pràcticament la mateixa que abans perquè els/les alumnes havien de seguir demostrant la seva capacitat de reproduir discursos verbals de contingut històric i, fins i tot, s'havia elaborat encara amb més detall la taxonomia d'objectius basada en la concepció conductista (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 216). Malgrat les evolucions posteriors tant en l'àmbit disciplinar com educatiu, l'ensenyament actual de la Història segueix basant-se en aquest model memorístic, associacionista i rígidament estructurat

en una ordenació cronològica. El seu principal inconvenient és que si bé ofereix una visió panoràmica de la història “mundial”, és molt superficial i oblida la realitat psicològica de l’alumne/a, la comprensió temporal del/de la qual és molt limitada abans dels tretze o catorze anys (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 17).

El següent model psicopedagògic és el de l’aprenentatge per descobriment. Independentment de les transformacions de la disciplina, les aportacions de Piaget en relació amb la Psicologia evolutiva van influir molt a l’hora de donar pas a una nova concepció de l’aprenentatge, que capgirava l’esquema comunicatiu anterior. Ara es considerava que l’alumne/a tenia un paper cognitiu actiu i que el/la professor/a havia de disposar les circumstàncies perquè el/la primer/a descobrís els continguts per ell/a mateix/a. Així, l’ “aprenentatge actiu” es definia per dues característiques fonamentals: primera, l’alumne/a esdevenia un agent actiu que es dedicava a investigar la Història i, segona, per aconseguir-ho se li presentaven les informacions a través d’experiències properes, en detriment de les estratègies verbals tradicionals (Bardavio i González Marcén, 2003: 17; Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 220).

L’aprenentatge actiu estava molt influït per la descripció que Piaget havia realitzat de les etapes de desenvolupament cognitiu infantil: com que el/la nen/a aprèn a partir d’experiències concretes, el tipus d’ensenyament no podia ser passiu i lineal, sinó actiu i concèntric, és a dir, del més conegut al més abstracte i del particular al general (Bardavio i González Marcén, 2003: 17). Però aquest enfocament presentava un inconvenient molt important i és que, atesa la naturalesa teòrica de la Història, el seu ensenyament abans dels tretze anys quedava molt limitat (Bardavio i González Marcén, 2003: 18). Un altre problema de l’ensenyament actiu és que, seguint una concepció encara conductista, es confonien els processos cognitius amb les activitats d’aprenentatge –la part observable les estratègies d’ensenyament– amb la qual cosa el treball a l’aula consistia en un excés d’activitats sense cap garantia que es produís un aprenentatge més enllà de la simple repetició de conductes psicomotrius (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 218, 227). Finalment, la pedagogia activa presentava un altre aspecte negatiu i és que entenia l’aprenentatge com un procés individual i psicològic i, per tant, qualsevol consideració externa quedava marginada o es considerava un impediment. Una concepció com la present tenia gran transcendència pel paper del professor o professora ja que sostenia que la seva intervenció prematura podia privar el/la nen/a de comprendre completament una qüestió (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 220). Aquest model no només situava el/la docent en una posició compromesa i indefinida, sinó que confonia descobriment autònom amb comprensió, quan no hi ha cap garantia de relació causal entre la primera i la segona i, per altra banda, està sobrerament demostrat que les estratègies transmissives també generen aprenentatge i, fins i tot, són condició necessària en la primera fase del procés (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 226-227). En conclusió, en molts aspectes s’havia anat a parar a l’altre extrem.

Això no obstant, el nou enfocament de la pràctica educativa ha comportat diversos avantatges per l’ensenyament - aprenentatge de la Història. Per començar, ha servit per ampliar el repertori d’estratègies d’aprenentatge, que estaven limitades a la memorització a partir de llibres de text. I també reformula els objectius teòrics de la disciplina, coincidint amb les concepcions polítiques i socials del moment: si l’aprenentatge consisteix en una construcció personal de la realitat en lloc d’una simple absorció d’informacions externes, la Història ha de servir no pas per acumular informacions sobre el passat sinó com a conjunt interrelacionat de coneixements

declaratius, procedimentals i explicatius per analitzar críticament el propi entorn social i actuar en conseqüència (Bardavio i González Marcén, 2003: 17; Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 218, 220). En certa manera, com també afirmen Juan Ignacio Pozo, Mikel Asensio i Mario Carretero (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 221), això suposa una certa pèrdua d'identitat de la disciplina perquè ja no constitueix una finalitat per ella mateixa sinó una excusa per fomentar els aprenentatges espontanis de l'alumne/a de cara a l'assoliment del pensament formal.

L'ensenyament tradicional de l'Arqueologia ha estat molt lligat al de la Història (Bardavio i González Marcén, 2003: 26-29). Al principi, posseïa un caràcter eminentment descriptiu i il·lustrava els esdeveniments o les característiques socials, polítiques, econòmiques o culturals de les civilitzacions del passat. Amb el gran desenvolupament de la pedagogia activa, es va atorgar un major protagonisme a l'Arqueologia perquè presenta unes característiques ideals: és interdisciplinària; posseeix un enfocament clarament procedimental que transcendeix les Ciències Socials –Llengua, Ciències Naturals, Matemàtiques–; és icònica i activa, a diferència de la Història, més receptiva i abstracta; implica un procés d'investigació; evidencia el relativisme de les interpretacions sobre el passat; i, finalment, permet comprendre el significat del Patrimoni i, especialment, del més proper a l'alumnat.

Tanmateix, aquest model d'aprenentatge ha estat criticat des de diversos punts de vista. Una de les principals objeccions procedeix de la comparació entre experts/es i principiants. L'anàlisi de les característiques que distingeixen un i altre grup demostren que la diferència no es troba exclusivament en la metodologia sinó més aviat en la manipulació del sistema conceptual (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 227). Això significa que l'especificitat del pensament històric no està restringit a la metodologia sinó, com exposava a l'apartat anterior, a la interrelació entre aquestes i un nucli conceptual bàsic; i, sobretot, que aquesta no és condició suficient per l'assoliment del pensament formal. Per tant, es pot concloure que els dos models precedents són reduccionistes perquè se'n van als extrems oposats a l'hora de considerar el paper de l'alumne i de la disciplina en el procés d'aprenentatge: l'ensenyament tradicional es centrava en l'estructura de la disciplina i oblidava les necessitats psicològiques de l'alumna/e; l'ensenyament actiu, en canvi, obvia les característiques teòriques de la disciplina, per afavorir l'adquisició espontània de coneixements, entenent que la metodologia és suficient per assolir les metes del desenvolupament cognitiu.

El tercer model, anomenat Psicologia de la Instrucció, parteix explícitament de l'equilibri o, més aviat, integració entre les dues postures anteriors, perquè considera que l'aprenentatge de la Història –com de qualsevol altra disciplina– consisteix en l'assimilació de l'estructura lògica de la disciplina dins la pròpia estructura psicològica (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 229). L'opinió d'Ausubel era que la pedagogia activa no constituïa l'única alternativa al model tradicional perquè en realitat una i altre representaven processos diferents: s'estava confonent l'aprenentatge i l'ensenyament (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 230). Si recordem la Figura 60, la recepció o el descobriment autònom es situen en els dos extrems d'un continu que defineix l'estratègia didàctica; l'altre eix correspon al procés psicològic, que pot ser el de l'aprenentatge significatiu o bé memorístic. I les concepcions més diverses de les disciplines històriques es situarien en els vèrtexs oposats de la gràfica: les tendències descriptives tradicionals s'aproprien a l'origen dels eixos, mentre que les tendències

científiques en el sentit restrictiu del terme s'ubicarien a la intersecció entre l'aprenentatge significatiu i les estratègies de descobriment autònom.

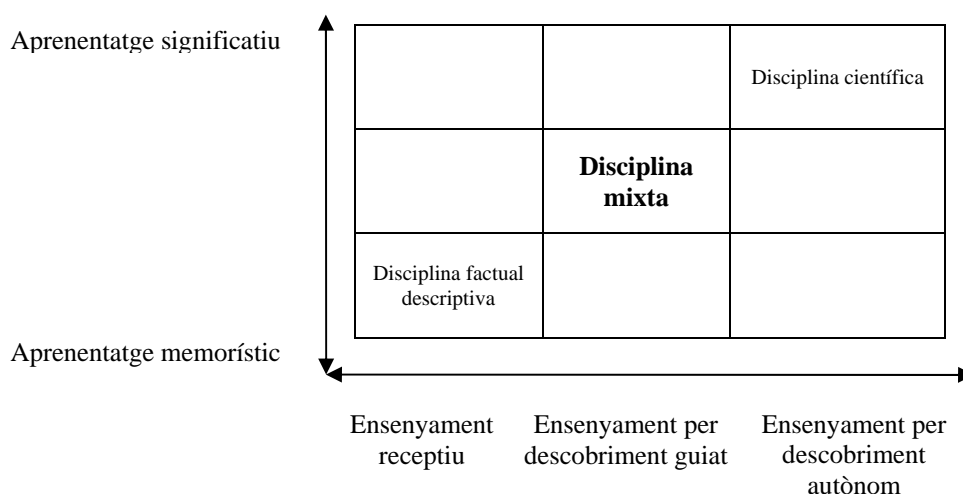


Figura 63: situació dels diferents models d'aprenentatge de les disciplines històriques dins la classificació dels processos d'ensenyament – aprenentatge establerta per Ausubel.

Els estudis empírics sobre els models psicopedagògics anteriors van demostrar que l'adquisició del pensament formal no és universal, homogènia ni espontània, sinó que cal dissenyar estratègies expressives que també tinguin en compte els continguts de la disciplina. Per aquest motiu és molt difícil que les persones compreguin alguns conceptes o procediments per elles mateixes i cal proporcionar-los una base sobre la qual es pugui recolzar l'aprenentatge significatiu, que és el que veritablement perdura. No tot el coneixement s'adquireix a través d'un procés constructiu; en el cas que la persona desconegui absolutament un tema, aprendrà fragments de continguts de forma mimètica, que emmagatzemarà provisionalment i li serviran de base per processos posteriors en què llavors sí prendran significat dins d'esquemes més complexos i es refinaran o substituiran progressivament (Asensio, 1993: 16). Per tant, no es tracta que l'alumne/a descobreixi el funcionament de la Història a partir del no res, perquè és gairebé impossible, sinó que reconstrueixi uns coneixements que ja posseïa i que havia integrat a partir de les informacions elaborades per la societat i, més concretament, per l'equip docent. L'avantatge d'aquest model reconstructiu és que aclareix el rol que correspon al professor o professora i proporciona un mètode d'avaluació adequat als seus objectius: els mapes conceptuals (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 234). L'únic inconvenient és que, com ja comentava anteriorment, les disciplines històriques no permeten la realització d'un mapa conceptual universal i que aquest tipus d'aprenentatge només es pot emprar quan ja és posseïx un cert domini del corpus teòric i metodològic essencial de la disciplina (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 235).

II.5.3.3.5.4.4. Variables lligades a l'entorn. Les característiques específiques de l'aprenentatge a l'exposició

Introducció

“Una exposición es un lugar donde se produce aprendizaje en el sentido amplio del término, es decir, se produce una modificación en las estructuras de conocimiento de los visitantes, estructuras de conocimiento no solamente intelectual y conductual, sino también actitudinal.” (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 126)

En els darrers temps, per efecte de la confluència les noves concepcions museogràfiques i educatives, i davant el pes del segment de públic escolar, s'ha tendit a aplicar les pràctiques de l'entorn formal al museu. Però, en realitat, malgrat que els mecanismes bàsics d'aprenentatge que s'hi activen són els mateixos, es tracta de dos contextos molt diferents (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 127). Tot i que en un nivell neuronal, l'aprenentatge és sempre aprenentatge, en el nivell de les persones l'aprenentatge depèn de les condicions en què es produeix. Per analitzar què, com i per què la gent aprèn, l'especificitat és essencial (Falk i Dierking, 2000: 137). Així doncs, a l'hora d'aproximar-se a l'aprenentatge al museu cal distingir tres nivells (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 128):

- El context aprenentatge.
- Els processos bàsics que s'hi activen.
- Els continguts que s'hi presenten.

Aquests nivells constituïran els tres subapartats que guiaran l'exposició del darrer dels tres factors que intervenen en el procés d'ensenyament - aprenentatge al museu. Com que moltes de les explicacions que s'haurien d'incloure en aquest apartat ja han estat exposades al capítol introductor sobre els museus, aquí només reprendré de manera resumida les idees més rellevants per la qüestió que ens ocupa.

El context d'aprenentatge

Formal o informal? La funció del museu és principalment educativa perquè no s'ha d'oblidar –tal com vèiem a la secció sobre la “Funció educativa de l'exposició”– que, des dels anys 70, en què es va produir una renovació social, política i cultural que va portar a la concepció de la “societat educativa”, el museu ha quedat inclòs dins l'univers educatiu que envolta la societat i que està dirigit a aconseguir la realització plena de les persones i la desaparició de les desigualtats socials, a través de la seva formació permanent.

Recordem que el museu es classifica dins els entorns informals d'aprenentatge, la definició dels quals es podria resumir a través del concepte d' “*edutainment*”, format per la unió de les paraules “educació” i “entreteniment”. Més enllà de la banalització que ha patit el concepte com a conseqüència de l'associació errònia o interessada amb

els parcs d'atraccions, l' "edutainment" es defineix en part per oposició als entorns formals d'aprenentatge. Això és el que he reflectit a la taula següent:

Entorn formal d'aprenentatge	Entorn informal d'aprenentatge
Experiència intel·lectual	Experiència multisensorial
Estratègies rígides i estereotipades	Estratègies diverses
Procés dirigit pels continguts i el/la professor/a	Procés dirigit per la persona i l'entorn
Procés més aviat unidireccional	Procés interactiu
El desenvolupament cognitiu s'adapta o més aviat es desenvolupa a través del procés	Procés adaptat al desenvolupament cognitiu de les persones
Motivació extrínseca	Motivació intrínseca
Menys variables a tenir en compte o més controlades	Major complexitat perquè hi ha més variables involucrades i són més difícils de controlar

Taula 16: diferències entre els entorns formals i informals d'aprenentatge.

Els estudis demostren que, malgrat la diferència entre l'escola i l'exposició en el temps de contacte amb els continguts, els resultants de l'aprenentatge en ambdós entorns no són tan diferents quan es comparen relativament (Asensio i Pol Méndez, 1998: 26). La qüestió és que, igualant els temps d'exposició als continguts, els entorns informals obtenen millors resultats; això és perquè es manipulen les variables clau del procés d'aprenentatge –implicació emocional, contextualització, motivació intrínseca, significativitat, interactivitat, cooperació, etc.– de manera més eficaç (Asensio i Pol Méndez, 2003b: 12-13).

Malgrat que els tipus d'aprenentatges que es produeixen a l'escola i el museu puguin ser similars i que l'evolució dels dos àmbits hagi acabat convergint, aquestes dues institucions constitueixen un marc pragmàtic diferent, la qual cosa determina els altres dos aspectes. Diuen Mikel Asensio i Elena Pol (Asensio i Pol Méndez, 2003a: 63):

“El aprendizaje informal no es una cuestión de entorno aunque sí es una cuestión de contexto. No depende de que se dé en un aula o fuera de ella sino de en qué medida el aprendizaje es un proceso situado o contextualizado, dentro de un enfoque del aprendizaje cada vez más holista que tiene en cuenta los aspectos cognitivos, conductuales y emocionales.”

És per aquest motiu que, en el cas del museu, les teories generals d'aprenentatge s'hi adapten i s'enriqueixen amb nous models específics, com ara el contextual, l'aprenentatge incidental, etc. Tot i amb això, els museus mantenen una relació molt estreta amb les escoles perquè, des dels anys 80, són el seu sector de públic majoritari. Això ha provocat dues conseqüències: d'entrada, les exposicions van tenir a assimilar-se amb els currículums i les estratègies de l'ensenyament formal; però això també ha servit, en segon lloc, per parar més atenció als processos d'aprenentatge que s'hi

produeixen i per organitzar sistemàticament els continguts per tal d'integrar de manera estructurada i coherent les necessitats i interessos del públic amb la idea de l'equip comissari. Vegem aquestes aportacions seguidament.

Psicopedagogia al museu. La teoria sobre l'educació està habitualment formada per dos components bàsics: una teoria sobre l'aprenentatge i una teoria sobre el coneixement o, dit d'una altra manera, una concepció psicopedagògica i una concepció epistemològica i pragmàtica sobre la disciplina en qüestió. Com que un i altre àmbit teòric estan subjectes a les transformacions pròpies de l'evolució dels paradigmes de coneixement humans, els canvis interns determinen diferents punts d'intersecció, que donen pas a diferents tipus de museu. Segons Imma Pastor, aquesta tipologia està formada per quatre grans categories (Pastor, 2004: 53-54). El primer tipus es basa en un enfocament tradicional. Correspondria a les teories filosòfiques de l'ensenyament -aprenentatge. Es basa en dos pilars fonamentals: d'una banda, la creença que el coneixement existeix objectivament, amb independència de les persones; de l'altra la concepció de l'aprenentatge com un procés passiu, assimilatiu o acumulatiu. El museu que representa aquesta categoria es pot anomenar "sistemàtic" perquè els continguts segueixen l'estructura lògica i lineal que se suposa inherent a la disciplina i es presenten a través del llenguatge verbal. El segon tipus, d'arrels conductistes, comparteix amb l'anterior les idees sobre el procés d'aprenentatge, però considera que el coneixement no té per què existir fora de les persones. En aquest cas tindríem un museu "ordenat" perquè, com les teories associacionistes, considera que els continguts i la seqüència d'adquisició s'han de preparar molt detalladament.

El tercer tipus presenta un enfocament actiu. Es basa en el model de l'aprenentatge per descobriment. També considera que el coneixement existeix *per se*, però aquesta vegada no és amb independència de qualsevol persona sinó de la que aprèn, perquè el seu procés educatiu consisteix en descobrir unes informacions previstes a través de la realització d'activitats basades en les experiències personals. Per tant, s'ha modificat completament la concepció de l'aprenentatge, que ha deixat de ser associacionista i és més aviat constructivista. El tipus de museu que representa aquesta categoria es pot anomenar "actiu" o "de descobriment" perquè afavoreix la realització d'activitats més que no pas la lectura; i ha trobat una de les seves principals vies d'expressió en els "*Children's Museum*". Aquest tipus de museu va néixer als EUA a finals del s. XIX amb l'objectiu de potenciar l'aprenentatge científic en el públic més jove, a través d'entorns estimulants, que propiciessin la reflexió (Serrat i Iñíguez, 2003: 11). Amb el temps, els museus dels infants s'han reforçat i enriquit gràcies a l'aportació de les teories psicològiques sobre el desenvolupament cognitiu. Aquest ha contribuït a justificar el canvi de criteri museogràfic respecte dels silenciosos i contemplatius museus tradicionals perquè (Durlach i Mavor, 1995: 106) l'aprenentatge en les primeres etapes de la infància es realitza per via procedimental i, progressivament, es passa a sistemes més abstractes o declaratius.

Els museus dels infants presenten un conjunt de característiques que es corresponen totalment amb els postulats de l'aprenentatge per descobriment (Serrat i Iñíguez, 2003: 12-13):

- El protagonista és l'infant i ell/a ha de construir el seu procés d'aprenentatge a partir de la seva pròpia experiència.

- Potenciar i desenvolupar la capacitat interrogadora aprofitant la curiositat innata de les criatures.
- Cal presentar temàtiques properes perquè d'aquesta manera els continguts són significatius i contribueixen al paper educatiu social dels museus.
- Per aquest motiu també s'estableix una relació directa entre el museu, l'escola i la família, a través de la implicació de les dues darreres en les orientacions del primer.
- El joc serveix per atraure i motivar els infants, que llavors realitzen les experiències d'aprenentatge sense adonar-se'n.
- L'error no es considera un factor negatiu sinó un estímul per realitzar una nova experiència.

Les línies bàsiques dels museus dels infants coincideixen amb el que s'ha anomenat "*learning by doing*" i no és un mètode exclusivament dirigit als més petits sinó que també es troba en alguns museus dirigits al públic adult, especialment aquells dedicats a temàtiques científico - tècniques, perquè parteix de la premissa que el millor aprenentatge és el que es realitza activament i hi participen tots els sentits.

El darrer tipus de museu és el que segueix un enfocament constructivista. Parteix de les teories cognitives, que defensen el caràcter subjectiu del coneixement. L'aprenentatge consisteix en una reconstrucció personal de les informacions durant el procés d'interacció amb l'entorn, per la qual s'adquireixen nous coneixements però, sobretot, es modifiquen les estructures cognitives prèvies. El museu que representa aquesta categoria es pot anomenar "constructivista" i es caracteritza pels fets següents (Pastor, 2004: 55):

- Els criteris museogràfics es basen en les necessitats educatives dels/de les visitants i no pas en la lògica interna de la disciplina.
- Es posen recursos per facilitar la interacció amb els continguts.
- El procés d'aprenentatge no és lineal sinó que es poden establir diverses connexions, en funció de les necessitats i coneixements prèvies de les persones.
- Es procura que l'aprenentatge sigui significatiu, en el sentit que connecti amb les estructures psicològiques personals i que cadascú pugui elaborar les seves pròpies conclusions.

Actualment, aquests quatre tipus de museu, que han anat apareixent successivament, conviuen en els diferents països i la seva distribució varia en funció del tema i de la tradició museogràfica de cada país. En el primer cas, es pot establir una dicotomia entre els museus científico - tècnics i els artístics - històrics: mentre que els primers es caracteritzen per una completa integració de les metodologies experimentals, que situen el museu dins el tipus constructivista i, de vegades, fins i tot el purament actiu, els segons es caracteritzen per una concepció estàtica, descriptiva i universalista que oscil·la entre la presentació d'objectes i l'explicació temàtica, en funció de la concepció

sobre la disciplina o, sobretot, del moment de disseny de l'exposició. En el fons, l'element que realment ha tingut pes per modificar el format comunicatiu del museu al nostre país és la transformació de les tendències museogràfiques en aquests darrers anys i no pas les idees subjacents sobre les disciplines històriques (Alcalde, 1992: 268-269). Això es fa molt evident al Regne Unit, en què posseeixen una llarga tradició d'apropament del Patrimoni al públic i experimenten amb museus tan diversos com el *Jorvik Viking Centre* (York), l'*Archaeological Ressource Centre* (York) o el *British Museum* (Londres).

Una mirada constructivista a l'exposició. Nombrosos estudis de Psicologia cognitiva han aportat informacions que han servit de base per a la construcció de models generals sobre l'aprenentatge al museu, els més importants dels quals explicaré posteriorment: l'aprenentatge incidental i el model contextual d'aprenentatge. En aquest apartat em centraré en els estudis que han demostrat la importància del marc conceptual per comprendre una informació.

Per començar, repassem breument el procés d'adquisició segons el model de l'aprenentatge significatiu: quan noves dades arriben, les persones les comparen entre elles i amb els seus coneixements previs i intenten ubicar-les dins un esquema conceptual global que els permetrà processar-les. Si hi ha algun fragment d'informació que no s'adequa a la hipòtesi de la persona, es deixarà en "quarantena" fins que l'error d'organització s'hagi descobert; en cas que no es pugui construir aviat un marc conceptual provisional, la nova informació que va arribant no es podrà enganxar enlloc i la persona es confondrà i deixarà de parar atenció. Per aquest motiu és tan important la possibilitat d'interacció amb l'emissor/a dels continguts: si les circumstàncies o la inhibició impedeixen que la persona faci preguntes o busqui solucions alternatives per aclarir el marc conceptual, aquesta adoptarà una organització implícita o assumida que pot ser completament errònia (Ham, 1994: 110).

Els estudis empírics han de mostrar que el record o l'aprenentatge esdevenen més fàcils quan hi participa informació de tipus contextual i aquesta és precisament la funció que acompleixen els marcs conceptuals en el cas de les presentacions verbals, que acostumen a caracteritzar els entorns educatius formals i informals. Per això és molt important que el museu presenti una introducció global prèvia sobre el tema de l'exposició, basada en un format molt visual –com per exemple els esquemes conceptuals–, perquè això permet recuperar els coneixements previs i establir un marc conceptual anticipatiu, en el qual anar integrant tota la informació nova (Ham, 1994: 111). Un element clau d'aquest procés és el "*chunking*", que tornarà a sortir més endavant quan parlem del model contextual d'aprenentatge, i que consisteix en l'habilitat d'integrar diferents fragments d'informació en el menor nombre possible de categories o patrons (Ham, 1994: 111). Com que les persones posseeixen una capacitat limitada d'adquisició d'estímul discrets simultanis, el "*chunking*" augmenta aquesta capacitat perquè permet associar la nova informació amb les estructures presents a la memòria i, per tant, no es tracta de dades inconnexes que cal retenir, sinó de coneixements significatius que ja formen part d'un nucli conceptual previ.

Per tant, més important que la quantitat d'informació –la tendència enciclopedista era molt pròpia dels museus tradicionals– és la seva disposició en una estructura conceptual i espacial basada en el funcionament cognitiu de les persones, és a dir, que proporcioni unes claus contextuais que permetin que aquestes converteixin les informacions

discretes en generalitzacions significatives (Ham, 1994: 112-113). La manera d'assolir aquesta comunicació efectiva és seguir un seguit de regles inferides des de la Psicologia cognitiva però pensant en les característiques específiques de l'aprenentatge al museu: que l'estil lingüístic de l'exposició coincideixi amb el del públic, que permeti establir associacions a partir de la memòria a llarg termini, que el nombre d'unitats perceptives es mantingui baix, que es proporcioni un marc conceptual que faciliti el “*chunking*” i, també, que les informacions presentin molts elements associatius i estiguin situades en un context significatiu (Ham, 1994: 116) perquè d'aquesta manera les persones poden comprendre millor els continguts i sentir-se motivades durant la seva visita al museu.

Tanmateix, la clau de l'aprenentatge significatiu a través de la creació d'un marc contextual es situa al principi de l'exposició: ja d'entrada cal deixar molt clar el missatge o l'objectiu de l'exposició, per exemple, a través d'un mapa d'idees, més que no pas d'una introducció verbal (Ham, 1994: 114). En qualsevol cas, la manera de fer-ho és seguir un esquema “desenvolupament - conclusió - introducció”. Encara que pugui semblar contrari a les regles de redacció de qualsevol text, presentació o exposició, es justifica pel fet que la introducció i conclusió d'un tema depenen del contingut específic desenvolupat en el cos central de l'explicació; per tant, aquesta hauria de situar-se primer i la seqüència hauria d'estar pensada per proporcionar claus contextuais, mantenir l'atenció i ajudar a relacionar tots els elements del missatge, la qual cosa s'aconsegueix a través de frases de transició, que demostrin la relació entre el que s'ha dit prèviament i el que es dirà després (Ham, 1994: 115). La conclusió es deriva lògicament a partir del nus, així doncs, es situarà immediatament després, amb l'objectiu de presentar el panorama final o la “moralitat” de la història. La ubicació de la introducció al final de tot permetrà millorar la predisposició cognitiva perquè la introducció serveix per delimitar amb precisió el marc conceptual que guiarà el recorregut pel coneixement presentat a l'exposició i també per estimular la motivació a realitzar l'exploració (Ham, 1994: 115). En certa manera, la “llista” inicial de continguts repeteix el model d'aprenentatge reconstructiu a petita escala perquè primer estableix una base associativa –el desenvolupament– sobre la qual després es fonamentarà la comprensió del tema –la introducció– que, com que està situat en un nivell d'abstracció i generalitat superior, seria molt difícil de comprendre “en fred”. Organitzant la introducció d'aquesta manera, l'element que ajuda a construir el marc contextual queda recolzat per idees concretes i per l'objectiu final del missatge i alhora està situat just abans d'entrar de ple en els continguts de l'exposició, amb la qual cosa la seva retenció és més profunda i propera a la visita.

En conclusió, els factors fonamentals per l'èxit de l'exposició com a eina d'aprenentatge són tres. En primer lloc, la significativitat, és a dir, el nombre d'associacions semàntiques que una persona posseeix sobre un tema o concepte perquè, com més en comparteixin l'exposició i el/la visitant, més significatiu serà el missatge per aquesta persona i, per tant, més motivada estarà a aprendre, amb la qual cosa es facilita el procés (Ham, 1994: 108). En segon lloc, la rellevància del missatge, el nivell d'implicació en el tema com a resultat del seu coneixement previ, perquè els experiments al laboratori han demostrat que les persones paren atenció selectivament, segons que se sentin interpel·lades o no pels estímuls i això té a veure amb el coneixement previ i la valoració afectiva d'aquestes informacions (Ham, 1994: 109). Per tant, com més s'involucren les persones en l'exposició, ja sigui a través de l'empatia produïda per les històries narrades o els processos experimentats cinestèsicament, més motivades se sentiran a aprendre (Ham, 1994: 110). El darrer factor és la claredat de

l'organització conceptual i això involucra el disseny de l'exposició a tots els nivells: com més clara sigui la presentació del missatge i més directament apel·li a les estructures prèvies dels i les visitants, menor serà l'esforç de comprensió i això va en benefici de l'atenció, el gaudi i, en darrera instància, l'aprenentatge (Ham, 1994: 110).

Un cop repassades les característiques generals de l'entorn informal i, més concretament, des del punt de vista psicopedagògic, així com els requisits que ha d'acomplir l'exposició des del punt de vista constructivista, ara em centraré en els dos models principals que s'han establert per explicar i guiar l'aprenentatge en aquest context.

L'aprenentatge incidental. Mihály Csikszentmihályi i Kim Hermanson van publicar el 1995 un article (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995) basat en una conferència realitzada dins el marc d'un congrés nacional sobre aprenentatge al museu, que ha constituït una referència per a moltes recerques posteriors sobre l'aprenentatge en els contextos informals d'aprenentatge. L'objectiu dels dos autors era saber quines són les característiques que fan que el museu motivi a aprendre, atès que les persones consultades afirmaven que anaven al museu per aprendre més sobre un tema perquè en el museu les informacions perdien la seva abstracció i esdevenien concretes (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 35).

Com altres especialistes en Psicologia, Biologia, etc., els autors estaven convençuts que les persones posseeixen una tendència innata a aprendre, perquè això és essencial per la supervivència de l'espècie. L'aprenentatge és, al seu entendre, una experiència global, que inclou l'intel·lecte, les sensacions i les emocions (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 37). Però, en el cas humà, aquesta curiositat espontània dels nens i nenes es va apaïvagant i reconduït per altres canals a mesura que es fan grans (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 35, 36), per exemple, a través de la instrucció formal i la seva especial capacitat per dinamitzar la motivació (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 35). Tanmateix, aquesta es pot recuperar a través d'un nou concepte d'aprenentatge, que no s'enfoqui com a simple adquisició de coneixement abstracte sinó com a procés d'interacció multisensorial amb l'entorn. Per comprendre la diferència entre els dos tipus d'aprenentatge cal posar en joc diferents conceptes essencials, entre els quals es troba la motivació, l'interès i la curiositat. En primer lloc, les accions humanes estan motivades per una combinació de resultats finals extrínsecs i intrínsecs. Mentre que en el primer cas el procés no es valora per ell mateix sinó per la finalitat a què condueix i, per tant, és possible que de vegades produeixi una percepció negativa barrejada de resignació, els darrers generen un aprenentatge espontani perquè la persona realitza aquella acció pel simple plaer de realitzar-la i, llavors, s'hi implica més i es mostra més creativa (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 35). Un exemple d'aquest tipus de motivació seria el joc infantil. En el cas dels museus, si volen mantenir el públic, han de basar-se en les motivacions intrínseques perquè no poden comptar amb cap "pressió" extrínseca com passa amb la instrucció formal, un entorn que han intentat copiar.

Els altres dos conceptes dirigits a comprendre la diferència entre aprenentatge abstracte i multisensorial, estan relacionats amb la capacitat de processament d'informació. Com que les persones només poden interioritzar una quantitat limitada de dades per unitat de temps, els estímuls mediambientals "competeixen" per atraure la seva atenció (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 36). Com ja vèiem al capítol de

percepció i a l'apartat de les "Variables lligades a la persona", l'atenció es dirigeix habitualment cap els estímuls nous o incomprensibles i un cop s'ha resolt la situació, decau l'interès o la persona es fixa en una altra cosa. Per aquest motiu els museus han d'aprendre quins són els criteris d'atracció de l'atenció i de manteniment de l'interès a l'hora de dissenyar l'exposició. I també s'ha de tenir en compte que, mentre que la primera és gairebé automàtica i universal, el segon depèn de les experiències individuals i també de l'estat d'ànim del moment (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 36).

En Psicologia, les experiències en què les persones estan intrínsecament motivades i s'impliquen voluntàriament en les tasques, encara que exigeixin una inversió d'energia física i psicològica, s'anomenen "*flow experiences*". Aquest concepte central de la tesi de Mihály Csikszentmihályi i Kim Hermanson designa un estat d'ànim produït per unes activitats que posseeixen objectius ben definits i regles apropiades, s'adapten a les habilitats de la persona –no són ni massa difícils ni massa senzilles–, i proporcionen una recompensa immediata i clara (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 36). Una "*flow experience*" és tan gratificant i absorbent que la persona no es distreu, no té sensació de fatiga ni s'avorreix i, sobretot, li permet un creixement personal perquè, per tal de mantenir aquest estat, les seves habilitats s'han de incrementar a mesura que ho fan els reptes que li planteja la tasca (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 36). Per això les "*flow experiences*", proporcionen una sensació de descoberta –sobre els objectes i sobre la pròpia persona– que motiven intrínsecament i porten a nous estats de consciència (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 37).

La idea que defensen els autors és no n'hi ha prou amb els actuals criteris vagues proporcionats pels estudis de públic sobre l'atracció de l'atenció a través de temes considerats misteriosos o de dissenys coloristes, sinó que la funció del museu quedaria plenament realitzada si generés aquestes experiències fluides (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 37). Però, ¿com es pot aplicar aquesta teoria en un lloc en què el públic és tan divers? La manera d'aconseguir-ho és fent que la part de l'aprenentatge que apel·la a l'intel·lecte posseeixi dues característiques principals. La primera, que contingui informació significativa, connectada amb el món del/de la visitant i útil per la seva vida (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 59). Per aquest motiu, tenen molt d'èxit les exposicions que presenten la vida diària o que expliquen històries de persones concretes; i és perquè la gent se sent més atreta per allò que connecta emocionalment amb ella que no pas pels grans processos històrics totalment impersonals. La segona manera és que no es presenti coneixement acabat sinó diferents punts de vista, que permetin el descobriment i propiciïn l'exploració aprofundida d'un tema i d'un/a mateix/a (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 59).

El model contextual d'aprenentatge. Cinc anys després del model anterior, John Falk i Lynn Dierking van publicar un llibre (Falk i Dierking, 2000) que completava i ampliava l'article de Mihály Csikszentmihályi i Kim Hermanson perquè hi introduïa nous factors i, sobretot, els contrastava a través d'estudis empírics. L'aportació de Falk i Dierking es pot considerar un dels projectes més ambiciosos de caracteritzar l'aprenentatge al museu perquè pretén tenir en compte les variables que hi intervenen de la manera més exhaustiva possible. L'opinió d'aquests autors és que l'aprenentatge és un fenomen tant complex que un model simple o una definició no són suficients per crear un model realista i generalitzable. Per això proposen, en lloc d'una definició, un marc de reflexió que permeti la comprensió sistemàtica i l'organització d'una informació complexa. El model contextual no simplifica l'anàlisi, però ofereix un

“mapa de navegació”, és a dir, redueix tots els factors potencials a un nombre manipulable, dins un marc comprensible, sense perdre la naturalesa inherentment sistèmica de l’aprenentatge.

La seva concepció de l’aprenentatge és més concreta que la que hem vist fins ara perquè s’entén des de la perspectiva de l’entorn informal. Això fa que la motivació i el propi control esdevinguin elements integrants de l’aprenentatge i donin lloc al concepte de “*free-choice learning*” (Falk i Dierking, 2000: 13). Segons la seva opinió, la major part del coneixement humà està motivada per un/a mateix/a, és satisfactòria emocionalment i compensa personalment (Falk i Dierking, 2000: 32). L’aprenentatge no es limita a fets i conceptes sinó que és una experiència emocional que, en el seu nivell més bàsic, té a veure amb l’afirmació de la persona i exigeix un seguit de condicions, com ara les següents: una base prèvia a partir del qual es construeix el nou coneixement; una adequada motivació; una combinació d’acció emocional, física i mental; i un context adequat, que estimuli els patrons i associacions emmagatzemats dins el cap de la persona i li permeti expressar-se (Falk i Dierking, 2000: 33). En paraules de Falk i Dierking (Falk i Dierking, 2000: 137),

“Learning is a dialogue between the individual and his or her environment through time. Learning can be conceptualized as a contextually driven effort to make meaning in order to survive and prosper within the world. We have chosen to portray this contextually driven dialogue as the process/product of the interaction between an individual’s personal, sociocultural, and physical contexts. As we have stated repeatedly, none of these three contexts is ever stable. All are changing.”

Així doncs, l’aprenentatge està influenciat per tres contextos superposats, el personal, el socio - cultural i el físic, i es pot entendre com la integració i interacció entre ells. En certa manera, aquesta categorització es correspon amb els tres grans grups de variables que intervenen en el procés d’ensenyament - aprenentatge general tal com els he recollit en aquest treball, però Falk i Dierking substitueixen la tasca pel context socio - cultural ja que aquest és un aspecte fonamental del museu. Aquesta especial atenció a l’entorn informal es fa definitivament palesa en la llista de factors que formen els tres contextos i que, com veurem a continuació.

Entendre l’aprenentatge als museus exigeix la comprensió prèvia de per què algú tria d’anar-hi i quins efectes produeixen aquests factors en l’aprenentatge un cop la persona es troba dins el museu. Els factors importants en aquest context són tres. El primer són la **motivació i les expectatives**, que afecten directament el que la gent fa i aprèn. Gairebé sense excepció, la gent va als museus per aprendre i passar-s’ho bé: cerquen una experiència d’entreteniment orientada a l’aprenentatge i els estudis demostren que quan les expectatives estan satisfetes es facilita l’aprenentatge (Falk i Dierking, 2000: 87). Pel que fa a la motivació, els éssers humans estan molt motivats a aprendre quan es produeixen un seguit de circumstàncies, que són les següents: l’entorn recolza l’aprenentatge; s’impliquen en activitats significatives; no tenen ansietat, por o altres estats mentals negatius; posseeixen el control i la possibilitat de tria sobre el seu aprenentatge; i, finalment, quan els reptes plantejats per la tasca estan en consonància amb les seves habilitats (Falk i Dierking, 2000: 32). En aquestes condicions, la motivació és intrínseca, i la gent que està intrínsecament motivada tendeix a aprendre

amb més èxit que els que ho fan perquè hi tenen una obligació (Falk i Dierking, 2000: 137).

El significat que adquireix l'experiència al museu està emmarcat i limitat pels **coneixements previs, els interessos i les creences** tant pel que fa al tema com pel que fa als museus. Aquests són els elements que formen el segon factor però que són molt variables perquè depenen de la naturalesa construïda de l'aprenentatge i l'heterogeneïtat del públic visitant (Falk i Dierking, 2000: 87, 138). Per això l'aprenentatge als museus és sempre molt personal. El museu és un lloc molt ric en estímuls i el nombre de tries i d'informacions presentat en molts museus imposa un repte al cervell quant a la informació que ha de processar. Les recerques han descobert que hi ha un límit superior en la quantitat d'informació que el cervell pot manipular per unitat de temps: 126 bits / s (Falk i Dierking, 2000: 119). Per tant, és molt possible que un entorn tan complex com el museu pugui sobrecarregar el cervell i llavors aquest no sigui capaç de detectar la informació adequada. Una altra de les descobertes importants de la Psicologia cognitiva aplicada al museu és el fet que la gent no percep la informació de manera comparable. En el mateix lapse de temps, un/a visitant experimentat/da pot recordar més que un o una que no ho és i això no té res a veure amb la intel·ligència sinó amb l'experiència. L'habilitat de percebre més informació per unitat de temps és el que en Psicologia cognitiva s'anomena "*to chunk*" –trossejar la informació– i el límit no es troba necessàriament en el nombre d'elements que es poden recordar sinó en el nombre d'agrupaments dotats de significat (Falk i Dierking, 2000: 119). El gran avantatge del "*chunking*" és que permet als humans i humanes processar ordres majors d'informació del que seria possible si s'hagués de processar cada objecte de l'entorn per separat (Falk i Dierking, 2000: 120). Per tant, tornem a trobar una distinció entre experts/tes i principiants, aquest cop relacionada amb el museu: els/les visitants amb més experiència sobre el tema o més acostumats a visitar museus s'hi aproximen de manera qualitativament diferent; són capaços i capaces d'extreure més informació del contingut i apreciar les relacions i els conceptes perquè "trossegen" els continguts en categories d'un ordre superior (Falk i Dierking, 2000: 120).

La tria i el control formen el tercer factor dins el context personal. L'aprenentatge arriba al seu màxim quan la gent pot triar el contingut i el moment de l'aprenentatge i quan té la sensació que exerceix un control sobre el seu propi procés cognitiu. La tria també consisteix en llibertat de moviment. Tal com demostren els estudis realitzats pels propis autors (Falk i Dierking, 2000: 32, 85, 87, 138), l'aprenentatge i el gaudi s'optimitzen quan el/ la visitant sent que pot decidir les seves accions en tot moment. Aquesta possibilitat de tria és inherent al "*free-choice learning*" i és característica de l'experiència al museu (Falk i Dierking, 2000: 87, 138).

En conclusió, el context personal constitueix la base que condiona la visita, ja que conté els interessos, coneixements, actituds etc. que conformen cada persona. Així doncs, com més ajustat estigui el disseny i el contingut de la visita a cada persona, més motivada es mostrarà i, per tant, es facilitarà l'assoliment d'un aprenentatge significatiu per ella (Falk i Dierking, 2000: 87, 120, 152-153).

El context social és un dels factors més essencials i característics del museu perquè, com també afirmaven altres autors, el distingeix de l'entorn formal. L'oci i, més particularment, la visita als museus, són experiències profundament socials que es produeixen dins un context socio - cultural major. En realitat, tots els mitjans de

comunicació representen una forma socialment mediatitzada de conversa cultural específica entre els/les productors/es del mitjà i els/les usuaris/usuàries (Falk i Dierking, 2000: 50). L'aprenentatge també és una experiència individual i de grup perquè allò que apren una persona està estretament lligat al context cultural i històric en què aquest aprenentatge es produeix. Com afirmen els autors, en un determinat nivell, l'aprenentatge és la creació de significat distribuïda (Falk i Dierking, 2000: 50). En altres paraules, el coneixement no és el mateix per a totes les persones sinó que més aviat és compartit dins una comunitat de persones que aprenen i, en el cas concret del museu, la mediació socio - cultural juga un paper crític en la personalització de l'experiència museística perquè facilita l'aprenentatge i la cerca de significat (Falk i Dierking, 2000: 109).

El context social està format per dos factors, que són la **mediació a l'interior del grup** i la **mediació facilitada per altres persones** i parteixen de la premissa que els nostres coneixements, interessos i concepcions estan molt influïts per les respostes que rebem dels i les qui ens envolten. En el cas concret del museu, les tries que hi fem i el nostre sentit de control sobre elles estan formades a través de la influència dels amics i amigues, la família i el personal del museu (Falk i Dierking, 2000: 87). Els museus creen un entorn únic d'aprenentatge compartit en què tots els grups socials que s'hi troben s'utilitzen mútuament com a vehicles per desxifrar la informació, reforçar les creences compartides i construir un significat (Falk i Dierking, 2000: 138). En el primer factor, els museus permeten la participació –sota formes diverses– dels i les visitants, cadascun i cadascuna representant el seu propi grup social, ara inclosos en un ampli ventall de comunitats d'aprenents (Falk i Dierking, 2000: 110). Però un potent aprenentatge socialment mediatitzat també pot venir de desconeguts o desconegudes percebuts/des com a agents de coneixement. Aquest tipus d'aprenentatge posseeix uns llargs antecedents culturals i evolutius i pot involucrar altres visitants però també el personal del museu que, si està ben preparat, pot millorar l'experiència educativa dels i les visitants (Falk i Dierking, 2000: 139). La conversa és un mecanisme primari de construcció de coneixement i de creació distribuïda de significat. Però no tots els comportaments observats en aquestes comunitats són verbals: per exemple és fonamental l'observació entre persones, per aprendre com interactuar amb l'exposició o maneres efectives de dur a terme una cerca. Això s'anomena “aprenentatge social o observacional” (Falk i Dierking, 2000: 110).

El context físic, que també és un element distintiu fonamental del museu, està format per tres tipus de factors, que tenen a veure, respectivament, amb l'espai, el disseny i la relació entre el museu i l'exterior. La premissa que fonamenta la concepció d'aquest context és que l'aprenentatge no està envoltat sinó situat dins el context físic, és a dir, que està condicionat per l'entorn on es produeix (Falk i Dierking, 2000: 65).

El primer factor determinant correspon a l'**orientació espacial**. Una qualitat innata dels cervells mamífers és la necessitat de dotar l'entorn de significat, de trobar-hi patrons, perquè això permet actuar coherentment sobre ell (Falk i Dierking, 2000: 65). Els éssers humans són curiosos per naturalesa i la curiositat està directament lligada a l'aprenentatge: serveix per facilitar-lo i aquest es produeix per satisfer la primera. Quan una persona es troba en un espai nou, construeix mapes mentals per moure-s'hi, que es van completant a mesura que n'obté més informació. La construcció de mapes mentals està influïda per dos processos psicològics, la curiositat i l'expectació, que faciliten la construcció de significats i són fonamentals per l'aprenentatge (Falk i Dierking, 2000:

114). Quan la nova informació quadra més o menys amb la passada, la persona se sent a gust i, tal com mostren els estudis, la gent aprèn més quan se sent segura en l'entorn en què es mou i sap què s'espera d'ella. En realitat, les persones trien de posar-se en situacions en què l'aprenentatge estarà optimitzat, per tant, cerquen situacions moderadament originals, que són estimuladores i excitants, és a dir, divertides. La gent ja sap amb antelació que la participació en l'activitat que han triat estimularà la seva curiositat. Aquesta previsió de l'originalitat, l'expectativa que li picaran i satisfaran la curiositat, és el que motiva la major part del *free-choice learning* (Falk i Dierking, 2000: 116). En aquest sentit, els museus són espais nous plens d'estímuls i, per aquest motiu, si es proporcionen organitzadors conceptuals amb antelació –els anomenats “*advance organizers*”–, es millora significativament l'habilitat de les persones de construir significats a partir de les experiències viscudes a l'exposició (Falk i Dierking, 2000: 139).

El segon factor del context físic és el **disseny museogràfic**. Les exposicions constitueixen experiències educatives molt riques en disseny. Com que la gent va als museus per veure i experimentar objectes reals situats en els entorns apropiats, les exposicions ben dissenyades són el millor mitjà educatiu per facilitar la comprensió del món a través d'experiències concretes (Falk i Dierking, 2000: 139). Per tot el que he comentat en el factor anterior, un dels centres d'atenció més bàsics del disseny és l'orientació. Els estudis demostren que el primer que fan les persones quan es troben en un espai nou és explorar-lo per eliminar la sensació d'inseguretat davant el desconegut (Falk i Dierking, 2000: 117). Les bones indicacions i els mapes faciliten la navegació a través del museu, però són limitades a l'hora de compensar un edifici enrevessat. Hi ha característiques físiques que ajuden a la bona orientació i navegació: patrons simples i geomètrics, seccions ben delimitades, espais amb un patró interior en xarxa –passadissos paral·lels amb interseccions de noranta graus–, interiors amb vistes de l'entorn extern que l'envolta, etc. (Falk i Dierking, 2000: 117).

La bona previsió espacial no és únicament important per garantir la tranquil·litat de les persones, sinó també perquè la lectura del discurs expositiu es realitza a través de la navegació espacial real. Si un/a visitant segueix el camí pensat pel museu, comprendrà sense problemes el missatge que se li volia transmetre. Però cal tenir en compte que les persones no són éssers buits que recorren passivament el museu, sinó que entren amb “imatges de cerca”, que són imatges generals d'allò que s'està cercant i, a diferència d'un mapa mental, no es refereixen a l'espai sinó a un objecte o concepte (Falk i Dierking, 2000: 118). Així doncs, es pot considerar que el públic posseeix una estratègia genèrica de visita, malgrat que estigui poc desenvolupada i mancada d'especificitat en relació amb el tema o la institució. Si les imatges de cerca predeterminades que té una persona són molt fortes, es passarà la meitat de l'estona cercant el seu objectiu; però, com més propera a la realitat sigui una imatge, més fàcil d'utilitzar i de satisfer. L'expectativa condiciona poderosament el comportament i l'aprenentatge: si les coses són tal com les esperem, ho trobem molt reforçador i continuarem endavant; si hi ha una discrepància, podem adoptar una actitud curiosa, però el més probable és que ignorem la inconsistència. El difícil paper del museu a l'hora de dissenyar l'exposició és preveure aquestes actituds i dissenyar l'exposició de manera que satisfaci el major nombre d'interessos i concepcions personals. El disseny i el text es poden utilitzar per ajudar a crear agrupaments físics i intel·lectuals que assisteixin el o la visitant inexpert a fer “trossos” –recordem la referència al *chunking* de l'apartat dedicat al context personal– dotats de significat d'allò que, altrament, seria

informació atzarosa dins una exposició. L'habilitat de simplificar, organitzar i contextualitzar la informació és el que converteix les exposicions en eines tan potents d'aprenentatge. El bon disseny crea un marc que estimula el o la visitant a mirar-se els objectes però, en darrera instància, és imprescindible que li interessi mínimament el tema.

El darrer factor són **les experiències fora del museu**. La gent va al museu amb un coneixement, marxa havent-lo augmentat i el dota de significat a mesura que els esdeveniments en el món ho faciliten o ho demanen. El subsegüent reforçament per part dels fets i les experiències fora del museu són tan crítiques per l'aprenentatge als museus com ho són els esdeveniments a l'interior, perquè el context físic del museu no es limita a l'espai interior del museu sinó que s'estén al món exterior, més enllà de les parets de l'edifici (Falk i Dierking, 2000: 113, 140). Per aquest motiu les avaluacions sobre la capacitat educativa d'una exposició no recullen únicament dades al final o durant la visita, sinó que intenten contactar amb les/els visitants al cap d'un temps calculat per saber què ha quedat d'aquella experiència.

Amb el model contextual de Falk i Dierking tanquem l'apartat dedicat a les variables relacionades amb el context específic d'aprenentatge i seguidament exposaré les informacions relacionades amb els altres dos grans grups de variables involucrades en l'aprenentatge al museu: els continguts i els processos bàsics que s'hi activen.

Els continguts que es presenten a l'exposició

Els continguts que es presenten a l'exposició són, com en el cas de l'educació formal, de tres tipus: conceptuals, procedimentals i actitudinals (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 128). Tanmateix, el seu objectiu i les estratègies no són els mateixos. La funció del museu no és formar persones perquè obtinguin títols que certifiquin l'adquisició d'uns coneixements sòlidament estructurats sinó, com hem vist en els dos models anteriors, proporcionar experiències enriquidores que complementin o modifiquin les idees d'una persona sobre un tema que sigui significatiu per ella. Per aquest motiu considero que és molt més adequada una distinció més detallada, com la que ofereixen els anomenats "*Generic Learning Outcomes*" (*GLO*). Els "resultats genèrics de l'aprenentatge" constitueixen, com el seu nom indica, els efectes cognitius d'una experiència i poden ser molt específics o molt generals, més o menys conscients, estar organitzats per agents externs o per la persona mateixa i també contribueixen a ser conscient del propi procés d'aprenentatge (A.D., 1998b). Els *GLO* estan dividits en cinc categories, que són les següents (A.D., 1998b):

- Coneixement i comprensió.
- Habilitats.
- Actituds i valors.
- Gaudi, inspiració i creativitat.
- Activitat, comportament i progrés.

Com es pot apreciar, les tres primeres categories es corresponen gairebé punt per punt amb la divisió tradicional plantejada al començament de l'apartat, però les dues darreres recullen i amplien alguns dels factors que abans estaven inclosos en els anteriors. **Coneixement i comprensió** es refereix a les informacions factuais, al nucli teòric declaratiu d'una disciplina, que constitueix la base de qualsevol elaboració posterior. Però, a l'hora de transmetre aquests coneixements a través del museu, cal que el discurs científic s'adapti a les característiques del context educatiu informal. Per aconseguir-ho el tema ha de respondre als interessos del públic –que normalment estan relacionats amb coses properes–, ha de sintetitzar les informacions, ha de tenir la seguretat que el/la visitant comparteix el marc de referència necessari per la comprensió del missatge, ha de reformular les nocions científiques massa especialitzades i ha d'emprar recursos visuals per representar els conceptes massa abstractes (García Blanco, 1999: 97, 103-105).

A l'hora d'entrar en contacte amb el coneixement científic, tothom en té una imatge més o menys intuïtiva, que constitueix un sistema conceptual a l'interior del qual es produeix la comprensió i absorció de nou coneixement [(Desautels i Laroche, 1989: 24-25), citat a (Flon, 2002: 225)]. Una determinada representació de la ciència està caracteritzada per dos elements essencials: el contingut del coneixement científic i l'epistemologia d'aquest coneixement. En el context del museu arqueològic, cada persona porta a l'exposició la seva pròpia concepció sobre l'Arqueologia i unes determinades expectatives sobre el que espera trobar allí (Falk i Dierking, 2000: 87); però, tal com s'ha observat [(Desautels i Laroche, 1989), citat a (Flon, 2002: 225)], tots els i les visitants tenen en comú el fet que els seus sistemes de representació científica –habitualment, molt generals– serveixen per entendre els continguts. Així doncs, l'exposició pot servir per aprofundir o modificar aquestes nocions vagues a partir d'experiències i objectes concrets (Jensen, 1994: 269).

En el cas de les disciplines històriques, aquesta funció encara pren més significat perquè, precisament, els objectes constitueixen un dels mitjans principals a través dels quals es proposen explicacions sobre el context històric actual. Efectivament, des del punt constructivista, l'Arqueologia és especialment adequada perquè la seva font de coneixement són els objectes i aquests posseeixen múltiples dimensions –significat, producció, disseny, ús, materials, distribució, etc.– i, per tant, diverses vies possibles de significativitat per la /pel visitant (Zifferero, 1999: 415). Eileen Hooper-Greenhill afirma (Hooper-Greenhill, 1998: 203):

“El acto de percibir es el primer paso para poder llegar al poder simbólico de las cosas. La capacidad de ver las cosas a la vez de una manera objetiva y subjetiva permite al espectador crear nuevas relaciones con los estímulos objetivos del entorno. [...] Ver más allá del valor material inmediato de los objetos permite a la persona superar el nivel inferior de objetivos de la existencia material inmediata y alcanzar niveles superiores de conocimiento del mundo y del lugar que ocupa el propio yo dentro de contextos más amplios como son la sociedad, la especie humana y la naturaleza en general. Si se admite la importancia de conocer los objetos de una manera objetiva y de una manera subjetiva para poder relacionarnos con ellos no sólo en cuanto a su existencia física sino también en cuanto a su posible existencia simbólica, tenemos que reconocer entonces que los museos tienen una función que desempeñar.”

Així doncs, els objectes es poden interpretar i reinterpretar des de diferents perspectives, susceptibles de ser adaptades a la gran diversitat de públics, tant des del punt de vista dels seus interessos com de les seves habilitats cognitives. En el nivell més bàsic els objectes serveixen –com ja he explicat a la secció dedicada al paper dels objectes, en el tercer capítol del primer volum– per fer visibles les relacions socials, polítiques i econòmiques del passat a través de l'establiment d'una sintaxi invisible entre ells. És a través d'aquest procés que els objectes esdevenen significatius, però cal tenir en compte que això exigeix un coneixement de les metodologies complexes per les quals s'interpreten objectes que ja no formen part de la nostra cultura. Una de les millors formes d'assolir aquest objectiu, tenint en compte les característiques de l'entorn informal és, com veurem a l'apartat següent, a través d'un enfocament constructivista o per descobriment ja que, un cop l'exposició ha facilitat les claus identificatives i associatives –temporals o temàtiques–, les persones poden aprendre a elaborar coneixements científics a partir de la informació que els proporciona l'entorn i, més concretament, els objectes (García Blanco, 1999: 98, 103). Malauradament, el problema dels museus d'Història/Arqueologia és que predomina un model d'ensenyament receptiu i memorístic, en què s'associen els conceptes però no es construeix coneixement. En aquest cas, la interactivitat consisteix en tocar botons i manipular objectes, però el coneixement ja està prèviament elaborat perquè es parteix d'una concepció descriptiva i factual de la disciplina.

La següent categoria de *Generic Learning Outcomes* són les **habilitats** (A.D., 1998b). Malgrat que aquest terme ja ha aparegut en parlar de les variables lligades a la persona, aquí abandona l'enfocament estrictament psicològic per designar el coneixement sobre com realitzar una activitat. Aquesta pot ser intel·lectual –llegir, analitzar críticament i realitzar judicis–; general –llegir, comptar, ús de les TIC–; social –ser sociable, treballar en grup, ser comprensiu/va–; emocional –reconèixer els sentiments dels altres, canalitzar l'energia positivament, controlar els sentiments intensos–; comunicativa –saber parlar, llegir o escriure bé–; o també física –ballar, cantar, fer coses. És evident que els *GLO* estan inspirats en la teoria de la intel·ligència múltiple de Gardner (Gardner, 1990) perquè en una o altra categoria integren tots els tipus de capacitat definits per aquest autor. L'entorn del museu, per la seva immersivitat física i la quantitat d'estímul que inclou, afavoreix especialment el desenvolupament de les habilitats psicomotores i socials.

Les **actituds i valors**, la tercera de les categories, està formada pels sentiments i percepcions; les opinions sobre un/a mateix/a; les actituds envers les altres persones, la institució, la disciplina o una experiència concreta; les motivacions; l'empatia i la tolerància (A.D., 1998b). És a dir, característiques que formen part de la personalitat però que poden ser treballades en entorns que s'adaptin a les particularitats individuals gràcies a la seva flexibilitat i diversitat de recursos. Precisament, els estudis empírics apunten al fet que el museu actuaria més efectivament sobre les actituds i els coneixements previs dels i les alumnes (Asensio i Pol Méndez, 1998: 27). En canvi, els coneixements de tipus conceptual es fixen millor en el context formal d'aprenentatge i, pel que fa als procediments, tot apunta al fet que depenen del plantejament didàctic i les hores de pràctica més que no pas de l'entorn en què es produeix el procés (Asensio i Pol Méndez, 1998: 27). Sembla que l'especificitat del museu és la seva combinació de diversos recursos comunicatius en un muntatge escenogràfic, que posseeix una gran capacitat d'impacte emocional sobre els i les visitants (Asensio i Pol Méndez, 1998: 17, 26). La possibilitat de manipular directament els materials ofereix una llibertat

d'exploració i de vivència personal directa que no es troba present en l'entorn formal i que s'ha demostrat que és molt més estimulant i intrínsecament motivadora (Asensio i Pol Méndez, 1998: 27).

Les categories més específiques dels museus són les dues darreres, que inclouen en primer lloc el **gaudi, inspiració i creativitat**. Tal com hem vist a l'apartat sobre l'aprenentatge incidental, generen allò que Mihály Csikszentmihályi i Kim Hermanson (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995) han anomenat "*flow experience*" i que es considera un element clau per l'èxit del museu com a institució educativa. La idea és que la gent surti de l'exposició havent après de manera plaent –és el concepte d' "*edutainment*"– i havent explorat, experimentat, realitzat activitats, etc. que li suggereixin idees noves que, d'alguna manera, modifiquin la seva vida a partir d'aquell moment. Aquests serien els continguts de la darrera categoria, anomenada **acció, comportament i progressió**. Així doncs, els museus ofereixen a petits i grans, móns reals (a escala) i móns reconstruïts per posar-hi en pràctica les qualitats que són fonamentals en la vida real i així assolir aquella concepció realista d'un/a mateix/a a través d'una sèrie d'activitats en grup que reforcen l'autoestima o el sentiment d'utilitat. Precisament, molts nens i nenes que tenen dificultats a l'escola descobreixen que són brillants al museu i es desmunta la jerarquia escolar acceptada per tots i totes: el museu els ha fet posar en marxa algun tipus d'intel·ligència que no és el lògic - matemàtic que encara s'utilitza a l'aula.

Els processos bàsics que s'activen a l'exposició

Com vèiem en parlar de la "Psicopedagogia al museu", la museografia ha experimentat, especialment en els darrers anys, una transformació des d'una concepció relacionada amb els postulats psicològics de l'Associacionisme, que relacionen l'aprenentatge amb la conducta i consideren la persona com un agent passiu i receptiu, a una altra molt propera al Constructivisme, que li atorga un paper més actiu en un procés d'aprenentatge entès com a construcció del coneixement. Tanmateix, avui dia s'accepta que no són dues teories totalment oposades sinó complementàries, si més no pel que fa la definició dels processos cognitius que intervenen en l'aprenentatge (García Blanco, 1999: 90). Així doncs, juntament amb l'associació i l'exercitació –defensades pel paradigma que ha adoptat el nom de la primera–, també s'hi ha de comptar l'assimilació i la reestructuració –pròpies de l'aprenentatge significatiu formulat per Ausubel (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 128). Vegem-ne una síntesi descriptiva a la taula següent, realitzada a partir de (Asensio, 1993: 18):

	Aprentatge			
	Associació	Exercitació	Assimilació	Reestructuració
Ensenyament	Memorístic	Instrumental	Descobrimet	Receptiu
Rol persona	Passiu	Actiu	Actiu	Passiu
Significació cognitiva	No significatiu	No significatiu	Significatiu	Significatiu

Taula 17: característiques de cada tipus d'aprenentatge (Asensio, 1993).

Tots aquests processos porten a una substitució de les estructures cognitives espontànies i intuïtives adquirides amb l'experiència quotidiana per unes altres més

propres al raonament científic. Aquesta transformació s'ha qualificat com el pas de principiant a expert/a (Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997: 307-309; García Blanco, 1999: 91; Pozo, Asensio *et al.*, 1989) i, atès que els coneixements espontanis constitueixen estructures resistents al canvi, cal que el procés d'aprenentatge es realitzi en un entorn sòlidament organitzat i dirigit a aquesta finalitat, com és el cas de l'escola (García Blanco, 1999: 91). Tanmateix, el museu hi pot contribuir proporcionant un contacte més experiencial que no pas intel·lectual, a través del qual es produeixi el conflicte entre els coneixements previs i les noves informacions. Per això el museu ha d'enfocar les estratègies educatives cap a l'ensenyament receptiu i per descobriment. D'entrada, l'aprenentatge per associació –basat essencialment en el text– ha de servir per connectar amb els coneixements previs del/de la visitant. Després, les imatges, els audiovisuals i la manipulació de diferents dispositius permetran, a través de l'ensenyament receptiu, el descobriment i l'exercitació, assolir la transformació de les estructures prèvies que caracteritza el canvi conceptual. Aquest és possible gràcies als mecanismes d'assimilació, exercitació i reestructuració que activen els dispositius interactius i les imatges. En el cas de les persones que desconeixen completament un tema, la combinació de recursos servirà per proporcionar-li, mitjançant un procés d'ensenyament receptiu i memorístic, una base conceptual que emprerà com a concepte inclús la següent vegada que entri en contacte amb aquell tema.

Segons G. W. Maxim [(Maxim, 1987: 267-268), citat a (Suina, 1994: 264)] hi ha tres formes d'establir contacte amb els continguts a aprendre:

- **Simbòlica:** la més abstracta, acostuma a tenir un caràcter verbal. Demana unes aptituds complexes i actua en un nivell alt d'ús lingüístic. Potser els museus depenen massa de la via simbòlica: hi ha massa text i no s'exploren altres formes d'aprenentatge. Aquest mètode només és útil per aquells que poden entendre un nivell cognitiu elevat, treballar amb abstraccions, concentrar l'atenció durant força temps o tenir prou confiança per saber que realment val la pena invertir tant d'esforç. Perquè funcioni, cal conèixer la relació existent entre les paraules i la realitat, la manera com la representen. Aquest és un procés lligat a la cultura i sovint al medi social.
- **Icònica:** es refereix a l'aprenentatge a través d'allò visual o altres representacions de la realitat (quadres, dibuixos, pel·lícules, diorames...). És una forma més concreta d'aprendre i és la que es troba més sovint als museus: en molts sentits les exposicions són experiències icòniques, en què es despleguen uns mitjans visuals per transmetre unes idees. És molt útil per aprendre perquè és concreta –no demana grans capacitats de raonament– i immediata –intervenen els sentits. De totes maneres, les imatges són elements complexos i el seu ús no sempre és tan senzill com sembla.
- **Activa:** condueix a l'aprenentatge a través d'objectes, persones, fets o activitats reals. Resulta divertida i interessant i no calen moltes de les competències que s'exigeixen en l'educació tradicional.

Des del punt de vista de l'aprenentatge, els dos darrers són els millors, especialment en el cas de l'educació infantil i juvenil, perquè –com ja hem vist a l'apartat sobre “Les etapes evolutives”– els estudis demostren que s'aprèn millor allò que es fa o es veu que no pas allò que es llegeix. Els museus són immensament rics en possibilitats perquè

permeten de combinar els tres tipus d'interacció, sobretot la icònica i l'activa, utilitzant com a recurs les col·leccions i exposicions temporals, els edificis, la situació, el personal, la botiga i les seves publicacions i vídeos. Però, bàsicament, l'ensenyament als museus es recolza en les col·leccions, és a dir, els objectes. A través de les experiències pràctiques que els inclouen, els museus poden promoure el desenvolupament de les capacitats intel·lectuals ja que, per examinar una sèrie d'objectes, cal exercitar les facultats d'observació, comparació, sintetització, classificació, crítica, recerca de principis, formulació d'hipòtesis, recollida i organització de dades i imaginació (Hooper-Greenhill, 1998: 220).

II.5.3.3.5.5. La RV i l'ensenyament - aprenentatge de l'Arqueologia al museu

II.5.3.3.5.5.1. La RV i les variables lligades a la persona

La RV i l'aprenentatge

La definició de RV emprada en aquest treball segueix gairebé fil per randa la definició d'aprenentatge de Mercè Clariana (Clariana, 1994: 142) que he citat a l'apartat sobre aprenentatge dins l'apartat de "Variables lligades a la persona". Per tant, hem de suposar que, *a priori*²¹¹, és una eina adequada per l'aprenentatge. En primer lloc, l'element clau és precisament la interactivitat, que s'estableix entre els continguts i la persona en un entorn virtual més o menys immersiu simulat per la reconstrucció. Aquesta seria la diferència fonamental amb la ZDP definida per Vigotski i una de les principals traves per l'adequació de la RV a les actuals concepcions socials de l'aprenentatge, atès que les interfícies habituals no permeten integrar l'entorn social real. L'única possibilitat és que la interacció es realitzi en línia, en un entorn virtual col·laboratiu, però tenint en compte que les regles no són les mateixes que a la realitat perquè no hi ha comunicació visual amb les altres persones. Això porta a pensar que, veritablement, l'augment de l'ús de les TIC en l'entorn educatiu està començant a introduir un nou paradigma del qual encara es desconeix l'abast.

Tornant a la definició, la RV permet l'adquisició de sabers culturals –en aquest cas, Arqueològics– a través de la reconstrucció significats declaratius, explicatius o procedimentals que han estat preparats prèviament per qui guia el procés. Novament, ens trobem amb una paraula clau dins la RV, "reconstrucció", que, en aquest cas, adopta un significat més literal que mai. La RV presenta visualment un conjunt de coneixements sobre la societat produïts per ella mateixa que la persona haurà d'adquirir a través de la simulació. En altres paraules, i valgui la redundància, que reconstrueix (cognitivament) reconstruint (físicament). D'aquí l'èmfasi en els sabers procedimentals, mentre que els declaratius queden implícits en les imatges de la pantalla i la seva adquisició és més automàtica i inconscient. Però la RV també permet un nivell superior de complexitat cognitiva, aprofitant la seva funció com a model científic. La simulació d'un procés de recerca permet comprendre de manera pràctica i anar integrant els procediments hipotètic – deductius que caracteritzen el pensament formal.

²¹¹ Totes les afirmacions realitzades en aquests apartats seran *a priori*, és a dir, inferències lògiques a partir de les informacions presentades en la secció anterior però sense evidència empírica que les recolzi. Per no carregar excessivament el discurs, he limitat l'ús del condicional, però cal entendre que, fins que no haguem comprovat què diuen els experiments psicològics o els estudis de públic, tot el que es dirà a partir d'ara és provisional.

La RV i les etapes evolutives

Considerant les característiques actitudinals i cognitives de cada etapa evolutiva, potser el grup més receptiu a l'hora d'emprar la RV seria l'adolescent perquè són molt imaginatius/ves i ja posseeixen una capacitat analítica i d'abstracció molt desenvolupada (Jensen, 1994: 271). La RV els pot proporcionar un canal d'expressió que els/les converteixi en agents actius, els proporcioni la sensació que controlen les seves activitats i alhora els/les apropi o vinculi de manera concreta a les experiències d'altri o als valors universals, amb la qual cosa es contribueix a reforçar la construcció de la seva identitat. De cara a aquest col·lectiu, la RV compta amb un avantatge pel que fa a la motivació i és que estan molt familiaritzats i se senten especialment atrets per tot el que té a veure amb les TIC.

Pel que fa a la infància, la RV es veu afavorida per la curiositat espontània que caracteritza aquesta edat però, tanmateix, encara no han desenvolupat completament les seves capacitats sensorials - motores. Tanmateix, la RV pot ser molt útil perquè, tal com va demostrar Piaget, els nens i nenes desenvolupen la seva comprensió des d'allò més immediat i abstracte a allò més general i concret (Jensen, 1994: 270). Les reconstruccions virtuals presenten visualment i dinàmicament –en oposició a les descripcions verbals o les imatges estàtiques– conceptes arqueològics que d'una altra manera restarien totalment abstractes i, per tant, difícils de comprendre, com passa molt especialment amb el temps històric i les nocions associades. Per exemple, la RV pot mostrar el funcionament dels principis estratigràfics elementals, aplicar-los a la lectura d'un jaciment per comprendre la sintaxi bàsica de la interpretació arqueològica i, finalment, mostrar aquest resultat final del treball de camp a través d'una seqüència animada que mostri la transformació de les estructures al llarg del temps. La RV seria útil per ensenyar Arqueologia entre els 6 i els 12 anys –pensant sempre que la forma de navegació ha de ser lineal– però més endavant aquest avantatge es perdria, sobretot perquè en el cas de la visita a l'exposició no és viable el temps que s'hi ha de dedicar en comparació amb els resultats finals. En el cas dels nens més petits, en edat prelògica, el nivell d'ús adequat seria el de l'observació, descripció i manipulació de formes, com per exemple material ceràmic. Hi ha moltes activitats d'aprenentatge de colors i formes que es realitzen amb objectes de plàstic i que es poden traslladar a l'àmbit arqueològic, però llavors sorgeix el problema de la manca de manipulació directa, ja que s'interposa necessàriament una interfície. A més, cal tenir en compte que (Moriné i Moriné, 1978: 140),

“Primero, la manipulación y observación simultánea de la realidad producen la situación óptima de aprendizaje. Segundo, si la manipulación no es posible, entonces la observación de la realidad es una situación de aprendizaje mejor que la observación de una representación de la realidad. Cuando más completa sea la interacción entre el niño y la realidad, mejor. En consecuencia, la manipulación más la observación es más eficaz que la sola observación.”

Per aquest motiu la RV només és plenament útil en casos molt concrets, per exemple, per manca d'accessibilitat i/o per presentar dinàmicament coneixements abstractes. De totes maneres, la introducció de les TIC en l'àmbit educatiu és imparable i per això cal esperar a veure els resultats de projectes com el del “*Well of Inventions*” (Taxén, Bowers *et al.*, 2003) que, tot i no ser una reconstrucció virtual, està dedicat precisament a la naturalització d'interfícies manipulatives per a infants.

En el cas de les persones adultes, l'ús de la RV canvia completament. Les persones adultes estan més preparades per aprendre perquè ja han desenvolupat de manera plena totes les seves capacitats cognitives però, en contrapartida, l'experiència prèvia, els prejudicis, posseeixen un pes molt important a l'hora d'adquirir noves informacions. És a dir, que estan més preparats però són més reticents als canvis de paradigma. Per altra banda, la seva educació, la pressió social, etc. els motiva a adquirir nous coneixements, però els temes que els atrauen estan molt relacionats amb la pròpia experiència i, per tant, depenen de l'empatia i la identificació personal (Jensen, 1994: 272). Un inconvenient molt important és que, a partir d'una certa edat, no hi ha familiaritat amb l'ús dels ordinadors i, per tant, la presència d'una interfície d'aquest tipus pot ser clarament desmotivadora. A això cal afegir que, com a conseqüència de la percepció social de la RV, consideren que es tracta d'un joc i que ja no fa per ells o elles perquè, a més, tenen una altra experiència dels museus i estan més acostumades al model tradicional, format per objectes, texts i imatges estàtiques. Així doncs, contràriament a allò que podia semblar en principi, és aquest col·lectiu el que planteja un major repte a la RV. Les reconstruccions virtuals han de ser fàcils de manipular i han d'aprofitar tot el seu potencial icònic i metodològic per transformar les concepcions prèvies sobre el passat i sobre la disciplina i ho poden fer a través d'exemples relacionats amb la vida quotidiana, que comparin el present i el passat tot evidenciant la transformació dels costums al llarg del temps.

La RV i la personalitat

La pràctica psicopedagògica sosté que el disseny educatiu ha d'estar encaminat a equilibrar els aspectes "negatius" de la personalitat de cara a l'aprenentatge. Per exemple, a temperar la impulsivitat o reforçar la manca de motivació. En el cas de l'escala E, la RV sembla més adequada per les persones introvertides, ja que proposa una relació individual i reflexiva amb uns continguts, mentre que les extravertides cerquen la interacció en entorns socials. Tanmateix, les persones extravertides i impulsives se sentiran més empeses a explorar el món virtual perquè acostumen a buscar estímuls externs, però també es poden cansar aviat si els comportaments de la reconstrucció són repetitius. Pel que fa a l'escala N, la RV permet un control personal sobre l'exploració i no hi ha pressió temporal ni decisions que es puguin jutjar externament com a errònies; per tant, sembla una eina ideal per les persones més aviat neuròtiques.

La RV sembla també més adequada per les persones sensibles i les reflexives, ja que involucra tots els sentits i ofereix informacions pràctiques i concretes, que atrauran les persones que perceben el món de forma concreta i les que raonen lògicament i imparcialment. Tot i amb això, també pot satisfer les aspiracions de les persones intuïtives perquè acostumen a pensar en les implicacions futures d'una acció actual i això les pot atraure a experimentar amb un model virtual. Pel que fa a les persones "emotives", la capacitat de la RV a l'hora d'explicitar els raonaments interns del model pot contribuir a transformar les estructures cognitives d'aquestes persones perquè puguin adoptar també un enfocament més "científic" a l'hora de comprendre i jutjar el món i reduir el dogmatisme de les persones que puntuen alt a l'escala P. En aquest darrer cas, la capacitat d'immersivitat i d'interactivitat de la RV podria satisfer la seva creativitat i contribuir a reduir el seu dogmatisme i manca d'empatia però, en

contrapartida, reforçaria el seu vessant antisocial si no s'introdueix dins un entorn virtual col·laboratiu.

En el cas de l'actitud en la vida quotidiana, la RV s'adapta molt bé a les persones judicioses perquè implica planificació i observació abans d'emetre judicis: la reconstrucció permet conèixer les diverses conseqüències de manera ràpida i sense cost. En canvi, en el cas de les persones perceptives, la seva virtualitat no sempre permet saber quines altres opcions estan disponibles i també pot reforçar la seva tendència a actuar espontàniament sense pensar, simplement per veure què fa la màquina, amb la qual cosa s'elimina tot el potencial educatiu de la RV. En moltes exposicions, la mala comprensió de la interactivitat provoca aquesta actitud, malgrat que la persona no sigui de tendència extravertida i perceptiva; però també veurem que és més probable que s'hi entretingui més una persona introvertida, judiciosa i reflexiva que no pas les altres.

La RV i la intel·ligència

Recordem la teoria de Howard Gardner sobre la intel·ligència com a entitat cognitiva formada per diverses escales graduades, que mesuren set facultats diferents: lingüística, lògic - matemàtica, espacial, musical, cinestèsica, interpersonal i intrapersonal.

Les persones que prefereixen les habilitats cinestèsiques responen bé als dispositius interactius i les oportunitats per tocar, manipular i fer coses. Per tant, els museus són llocs molt adequats per elles i se sentiran a gust amb la RV perquè permet fer coses, malgrat que potser no els estimula prou perquè no és una acció directa sinó simplement una simulació computacional. Les persones amb capacitat visual i espacial són les principals defensores de la frase "una imatge val més que mil paraules". Responen bé als dispositius visualment estimulants, com ara el vídeo, la fotografia, l'ús del color... i, molt possiblement, la RV. Un museu és un lloc adequat per elles perquè la informació es transmet per via principalment visual però, en alguns casos, trobaran que hi ha un excés de text. En aquest cas, la RV pot contribuir a satisfer la seva curiositat perquè el seu llenguatge és icònic. Un altre grup que pot obtenir bons resultats amb la RV és el dels aprenents i aprenentes intrapersonals perquè se senten còmodes reflexionant en solitud i la RV els proporciona un intercanvi recíproc amb un aparell que respon a les seves demandes. Finalment, les persones lògic - matemàtiques poden treballar molt bé amb la RV perquè funciona mitjançant seqüències estructurades i les explicacions o conclusions s'assoleixen seguint processos de raonament científic. Si tinguéssim en compte només l'habilitat cognitiva dominant, aquest tipus seria el més adequat per la RV tal com l'he presentada en aquest treball perquè trauria el màxim profit de l'ús experimental dels models virtuals.

La frase "una imatge val més que mil paraules" no s'escau gens per a les persones lingüístiques. Aquest tipus, com el lògic - matemàtic, és el que presenta un major domini de les habilitats cognitives més abstractes però, a diferència del que acabo de citar, connecten les idees de manera més vaga i creativa, basant-se en regles gramaticals i sintàctiques més que no pas lògiques. Són persones que gaudeixen amb la lectura però potser no se senten gaire atretes per les imatges que presenta la RV, a no ser que s'emmarquin dins un Multimèdia, en què el mitjà de comunicació principal és el text i les imatges són més aviat il·lustratives. Aquesta mateixa manca d'atracció per les imatges és la que poden sentir les persones amb una predominància musical, a no ser

que vaig acompanyades de sons. Un altre tipus que a priori té ben poc a veure amb la RV és el naturalista. Aquest tipus no es correspon amb cap facultat de les set que va establir Gardner però s'hi ha afegit per poder tenir en compte totes aquelles persones que, malgrat alguns punts de contacte amb els visuals i els cinestèsics, no s'hi poden incloure perquè, en realitat aprecien els espais oberts i les activitats a l'aire lliure. Un exemple paradigmàtic d'aquest tipus seria el documentalista de la BBC David Attenborough. Per aquest motiu, comparada amb les possibilitats de la realitat, la RV els semblarà ben insulsa: un/a naturalista preferirà observar i interactuar amb la natura i no pas amb una reconstrucció sense cap entitat física a través d'una interfície computacional que només permet la participació de dos o tres sentits. Finalment, les persones amb una tendència interpersonal també poden sentir-se atretes per la interactivitat de la RV i la seva capacitat de col·laboració en línia, però no crec que els sigui totalment satisfactòria perquè, a diferència de les persones introvertides, se senten més a gust treballant directament amb altres persones.

La RV i la memòria

Les explicacions sobre l'estructura bàsica de la memòria són importants de cara a la comprensió del paper que juga la RV, ja que aquesta treballa principalment amb la informació visual. En aquest sentit, les dades sobre el funcionament de la MLT són molt pertinents perquè ens indiquen que l'aprenentatge es pot realitzar de manera significativa a través d'estímuls visuals i no només verbals. Amb l'avantatge que, a més, la RV és semànticament coherent: no són línies sense sentit sinó objectes interpretats, més propers a la frase que a la simple estimulació amb trets de baix nivell; per tant, la transmissió de la informació queda reforçada a través d'aquesta doble codificació.

Pel que fa als factors que influeixen en el record, els primers resultats empírics que cal retenir són els que demostren que fem servir diferents mecanismes i representacions segons que es tracti d'informació simbòlica o icònica, i que la memòria d'objectes processats a partir d'informació icònica és superior a la codificada a partir de la simbòlica (Fischler i Firschein, 1987: 230; Mayor i Moñivas, 1992b: 547). És per això que els aprenentatges estructurats estan basats cada cop més en una combinació de text i dibuixos i també que constitueix un segon argument en favor de l'ús de la RV.

Els estudis sobre atenció visual han aportat dades sobre la manera com processem els estímuls presents en el nostre camp visual que poden ser útils per al disseny de reconstruccions virtuals. Per començar, cal dir que, com a simulació de l'entorn percebut, la RV estimula els dos tipus de procés –de baix a dalt i de dalt a baix– però el primer està contingut en el segon, ja que l'exploració d'un model virtual és un procés de cerca voluntària, dirigida a l'obtenció d'un coneixement. Això no obstant, també hi ha un marge d'actuació espontània de l'estímul generat pel fet que no coneixem amb tot detall el model virtual. Com a procés *top-down*, una reconstrucció virtual actuaria com a imatge mental, és a dir, com a informació semàntica –visual, proposicional, etc.– emmagatzemada que es pot transformar sistemàticament per tal de dirigir efectivament la cerca de l'estímul adequat a l'objectiu fixat. Aquest guiatge es basarà en les conclusions experimentals sobre atenció visual, algunes de les quals –les més bàsiques– veurem a continuació.

Una de les primeres evidències experimentals és que ens és més fàcil detectar dues propietats d'un mateix objecte que de dos objectes diferents, la qual cosa ha portat a la conclusió que atenem als objectes i no pas a regions de l'espai (Mayor i Moñivas, 1992b: 539). Aquesta és una consideració general molt important des del punt de vista de la RV ja que, precisament, tota la seva estructura interna (de modelització) i externa (de visualització) s'organitza al voltant d' "objectes". Però els estudis també aporten informació que adverteix sobre les característiques qualitatives i quantitatives de la imatge que apareix a la pantalla. Per exemple, les persones diversifiquen l'atenció quan se'ls presenten varies figures, amb el resultat que poden combinar equivocadament les seves característiques (Mayor i Moñivas, 1992b: 540). També és cert que la forma pot ser integrada sense atenció i que tenim la capacitat d'integrar alhora diferents dimensions o escales –local i global– de l'estímul visual, però aquesta aptitud està reduïda a un nombre limitat d'objectes (Mayor i Moñivas, 1992b: 540). Per això cal ajustar, d'acord amb els objectius del model virtual, la quantitat d'informació que posarem a la pantalla, mesurada en nombre d'objectes però també de les seves característiques de forma, color, textura i comportament, ja que el processament preatencional d'aquestes propietats físiques bàsiques és qui atrau l'atenció sobre una regió concreta de l'espai. En aquest sentit, la pantalla no ha d'actuar com a metàfora dels nostres ulls i oferir una panoràmica general, sinó que ha de funcionar com a guia selectiva, com a "*attention window*" –manllevant una expressió de Kosslyn (Kosslyn i Pomerantz, 1986)– per dirigir l'aprenentatge de l'espai simulat a través de les pautes de navegació i altres elements de tipus més simbòlic, com ara text, propietats emergents, etc.

En relació amb l'atenció, podem afirmar que part de la feina ja està feta perquè quan algú es situa davant d'un dispositiu de RV ja hi ha una certa predisposició a explorar l'entorn virtual. El problema és que això també pot representar un inconvenient perquè les expectatives poden ser desmesurades. De tot plegat, en parlaré en l'apartat de "Motivació, atribucions i expectatives", ja que aquí es tracta d'apuntar els temes que van sorgint a partir dels estudis estrictament psicològics sobre la memòria.

Craik i Watkins [(Craik i Watkins, 1973) citat a (Valle, 1992: 73)] van posar de manifest que les persones fan servir dos tipus d'activitats de repàs: el repàs de manteniment, que consisteix en repetir la informació, tal com fem el temps de marcar un número de telèfon; i el repàs d'elaboració, que consisteix en cercar connexions significatives i que és el que millor funciona per emmagatzemar la informació a llarg termini. Com que aquestes associacions significatives acostumen a tenir un caràcter semàntic, això lliga amb l'afirmació anterior que la RV és útil perquè, a més de ser visual, compta amb l'avantatge afegit de ser semànticament significativa, tant pel que fa a la organització dels elements a la pantalla –en altres paraules, des d'un punt de vista estrictament visual– com pel que fa als "discursos" construïts a través del dinamisme i la interactivitat. Altres evidències en favor del caràcter semàntic, que vindrien a recolzar l'ús de la RV tal com l'he definida en aquest treball de recerca, serien els següents: en primer lloc, perquè hi hagi un bon aprenentatge, no n'hi ha prou amb la motivació, sinó que cal processar la informació amb profunditat, és a dir, a un nivell semàntic (Valle, 1992: 74); en segon lloc, dins d'un mateix nivell, com més elaborat sigui l'*input*, millor serà el record. Per elaboració s'entén –ara pensant en la RV– no pas l'hiperrealisme visual, sinó el grau d'integració de l'estímul presentat en relació amb el context general, ja sigui presentat prèviament o contingut en els coneixements previs de la persona

(Valle, 1992: 75), és a dir, que ja estem establint lligams amb la concepció constructivista, que ja tractaré detalladament més endavant.

Tota aquesta argumentació no implica que, tal com es pensava als anys 70, l'aprenentatge o el record és realitzi, exclusivament per via semàntica. Això afavoreix l'opció de la RV: els autors més moderns consideren que no cal necessàriament haver completat totes les anàlisis prèvies per arribar al nivell semàntic, sinó que aquest es pot assolir a través d'anàlisis parcials sobre altres aspectes (Valle, 1992: 75). És més, tal com afirma Valle (Valle, 1992: 75),

“Lo semántico o la significatividad no es un valor absoluto, sino que es relativo a los fines que se persigan, o formulado en forma de pregunta, ¿hay contextos de recuerdo en los que un procesamiento superficial pueda producir mejores resultados que niveles más profundos de procesamiento?”

Els experiments aporten dos tipus d'evidències relacionades amb aquesta qüestió (Valle, 1992: 76). En primer lloc, que l'anàlisi superficial no comporta necessàriament un pitjor record i que, fins i tot pot, ser millor. Aquest seria el cas de les reconstruccions virtuals estàtiques però que són molt realistes o fan servir dispositius de tipus immersiu. És a dir, que el nivell superficial seria més que suficient per a informacions de tipus visual superficial. En segon lloc, que en un mateix nivell de processament de tipus semàntic, els resultats depenen de les condicions de record. Per tant, no es pot considerar que existeixi un tipus de codificació que sigui en qualsevol circumstància millor que els altres, sinó que el format adient dependrà del context d'adquisició o de recuperació. Tenint en compte que el museu fa servir un codi visual i que l'Arqueologia treballa amb dades espacials, la RV sembla adequada per transmetre coneixements arqueològics al museu.

Pel que fa al record, els experiments han demostrat que aquest és millor com més coincideixin les condicions de recuperació amb les d'adquisició. Aquesta també es pot considerar una evidència a favor de l'ús de la RV ja que, a diferència dels aprenentatges i avaluacions de tipus simbòlic, simula un procés real, que implica la relació del propi cos amb l'entorn, de manera que, segons les conclusions d'aquests experiments, seria d'esperar que un aprenentatge realitzat i/o recuperat amb la RV –sempre que es simulessin les mateixes condicions– fos més immediat que un de realitzat mitjançant una explicació escrita.

En conclusió, l'avantatge de la RV es situaria en les fases d'adquisició i recuperació del record, perquè en la fase de la retenció, els experiments han demostrat que la quantitat d'informació disminueix seguint exactament la mateixa tendència, sigui quina sigui la capacitat d'aprenentatge de la persona i el material utilitzat (Valle, 1992: 67). De totes maneres, aquest avantatge no és absolut, ja que també s'ha comprovat que la memòria dels significats dura més que els detalls físics d'una imatge o expressió lingüística (Mayor i Moñivas, 1992a: 442). Això significa que la bona retenció d'una informació no depèn simplement del format –llenguatge icònic oposat a llenguatge verbal– sinó que la influència prové dels elements que configuren els significats.

La RV i l'estil cognitiu

Per tot el que hem vist en l'apartat corresponent als estils cognitius, la RV segueix l'estil de les persones reflexives, ja que es regeix per un enfocament analític, en què es presenta un problema i cal resoldre'l a través de la reflexió sobre el procés. Les persones actives apreciarien la possibilitat de manipular i explorar un nou entorn, però també és molt probable que les impulsives es limitin a petjar botons a l'atzar per veure què passa i es cansin de seguida. Des d'aquest punt de vista, una reconstrucció virtual podria ser adequada en l'entorn educatiu formal perquè permetria dedicar temps a corregir la impulsivitat aprofitant que és una aplicació atractiva, que no remarca el concepte d'error i que descarrega l'alumne/a de part de la tasca cognitiva perquè la realitza visualment i interactivament la reconstrucció.

Hi ha altres estils (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 165) que són rellevants de cara a l'ús de la RV. Aquesta pot ser ideal per les persones que es guien per les dades externes; en el cas de les persones que es guien pels seus referents interns o a qui costa acceptar conclusions fora d'allò que ells estableixen com a veritable, la contrastació entre les seves suposicions i els resultats presentats pel model pot servir per generar un conflicte que reestructuri la seva forma de raonar. Les persones pràctiques també se sentiran atretes per la possibilitat de treballar en un entorn que explicita clarament uns objectius a assolir i que no es refereixen a nocions tan abstractes com les metacognitives sinó que prenen la forma d'una descoberta científica.

La RV atrau l'atenció perquè la tecnologia és avui dia un referent per moltes persones, però això no significa que la retengui, especialment si l'objectiu és complex o no està ben explicitat. En aquest sentit, la millor estratègia pot ser el plantejament de problemes, que ja s'escau per l'Arqueologia i és, precisament, la funció de la RV com a model científic. Com que és visual, la RV permet identificar molt fàcilment els objectes però la percepció superficial de la imatge pot deixar de banda connotacions més profundes, com ara les jerarquies internes. Per aquest motiu la RV no s'ha d'aplicar com a model d'entrada, sinó que cal una fase prèvia d'ús de la interactivitat amb un objectiu didàctic. La RV proposa una reconstrucció d'entitats espacials pertanyents a diferents categories i amb diferents comportaments associats i per això permet la comprensió d'un fenomen afegint o traient categories. Precisament, una de les seves funcions pot ser, dins el marc de l'adquisició del pensament formal –i, especialment en el cas de les disciplines històriques–, ajudar a comprendre que l'explicació dels fenòmens no és única i ha de basar-se en la multicausalitat.

La RV i la motivació, atribucions i expectatives

Qualsevol procés d'aprenentatge comporta un seguit de disposicions afectives que apareixen de manera més o menys conscient en associació amb determinats estímuls i que són fonamentals perquè el procés tingui èxit. Com pot contribuir-hi la RV? Un dels avantatges principals és la seva flexibilitat: s'adapta als ritmes i estils d'aprenentatge de les persones –si l'apropem al Multimèdia– i no s'hi contempla la possibilitat de fracàs perquè, com que el procés reproduïx l'exploració i l'experimentació científiques, no hi ha respostes errònies definitives. Per tant, quedarien eliminades les reaccions emocionals negatives associades amb les causes externes, com ara la dificultat de la tasca (Clariana, 1994: 160). L'únic problema es pot plantejar amb la manipulació de la

interfície en el cas de persones que no estan acostumades a treballar amb ordinadors; aquest seria un factor de desmotivació inicial molt important. Per altra banda, la RV proporciona resultats vàlids amb un esforç relativament petit per part de l'usuari/ària i això, d'acord amb les teories que situen l'esforç personal com a element principal de les atribucions (Clariana, 1994: 159), contribuiria de manera molt important a la percepció positiva de la RV.

Així doncs, la RV pot generar atribucions positives i, per tant, favorables per l'aprenentatge perquè permet que la persona estableixi una relació directa entre la seva conducta i el resultat, però aquest mai no és negatiu. Un altre element a tenir en compte és que es tracta d'una simulació interactiva, molt diferent el llenguatge verbal associat tradicionalment a l'entorn escolar. Totes aquestes característiques servirien per reforçar l'aprenentatge... sempre que els continguts siguin significatius per aquella persona, és a dir, que hi hagi connexions amb els elements emmagatzemats a la MLT (Zifferero, 1999: 413), però també un marge de descobriment suficient perquè tingui ganes de continuar el procés (Clariana, 1994: 165). Una reconstrucció virtual en una exposició sembla accomplir aquestes condicions perquè està plantejada com a procés de descoberta i perquè les persones que hi van ja estan motivades a entrar en el joc lúdic - educatiu que els proposa el museu.

La RV i les estratègies d'aprenentatge

La RV permet un aprenentatge estratègic perquè utilitza procediments intencionals, coordinats i contextualitzats. De totes maneres, l'autonomia de la interactivitat pot fer que el seu ús es converteixi en una simple exploració atzarosa dels continguts i els comportaments. Per aquest motiu, el model pot proposar una estratègia inicial de repetició i, progressivament, passar a les de regulació. En qualsevol cas, la RV tal com s'ha definit en aquest treball de recerca s'adequa més amb el darrer tipus perquè explicita les cadenes inferencials. No s'han de confondre els procediments de la disciplina amb la funció metacognitiva del model. La RV es caracteritza per la importància dels continguts procedimentals, però també ajuda a ser conscient dels processos que s'estan duent a terme perquè el seu funcionament motor permet sortir fora de l'àmbit estrictament intel·lectual. I aquesta explicitació dels processos i els sistemes de representació és característica del pensament formal i distingeix clarament els/les principiants dels experts/es en una matèria (Pozo, 1999: 514). En altres paraules, quan es realitzen tasques acadèmiques, els diferents processos poden quedar barrejats perquè tots són abstractes; en el cas de la RV, els processos cognitius queden puntuats per accions motores i això permet delimitar les seqüències i reflexionar sobre el seu encadenament. Així doncs, quan aprenem Arqueologia a través de la RV, estem simulant la tasca de l'especialista i, si evitem de caure en un enfocament superficial, podem transmetre procediments associats a la disciplina que després tindran una aplicació general. De la mateixa manera que les Matemàtiques s'ensenyen pensant en el seu vessant aplicatiu, la Història hauria d'abandonar la seva orientació estrictament factual per explicitar la seva utilitat metodològica. Com afirma Mercè Clariana (Clariana, 1994: 185),

“... totes les assignatures són bones per ensenyar a pensar, perquè totes tenen una lògica interna que les fa racionals i coherents, i que desenvolupa la ment dels alumnes”.

No es tracta de convertir les persones en especialistes universitàries, sinó d'aprofitar les possibilitats de la disciplina per ensenyar a aprendre, una capacitat que jo considero lligada al pensament formal, en què la metodologia ha de ser sempre explicitada. En el cas concret de les disciplines històriques, defugir l'enfocament totalment factual redueix la dependència del professor/a, proporciona un control sobre el propi procés i fa més significatius els materials, la qual cosa augmenta la motivació i afavoreix l'aprenentatge. De totes maneres, aquesta és una perspectiva molt formal de l'aprenentatge. Què passa al museu? Aquí no hi ha un/a professor/a que guiï l'ús de la RV i ajudi a acomplir totes les seves utilitats de cara al desenvolupament cognitiu. La reconstrucció està sola, ha de "competir" amb altres dispositius i s'ha de tenir en compte que el temps de visita és limitat. Potser en aquest cas, s'ha d'abandonar un projecte tan ambiciós i realitzar reconstruccions més didàctiques, a mig camí entre l'audiovisual, el model experimental i el multimèdia. Però tant aquestes com les anteriors, són qüestions que ja corresponen a les variables lligades a la tasca i a l'entorn, de les quals m'ocuparé en els apartats següents.

II.5.3.3.5.2. La RV i les variables lligades a la tasca

La RV i les característiques específiques de les disciplines històriques

Recordem que les característiques específiques de les disciplines històriques són quatre: el tipus de coneixement declaratiu, l'ús d'escales temporals, la causalitat complexa i el fet de ser pluriparadigmàtica.

Les disciplines històriques manipulen **conceptes factuais i temporals** que es situen en diferents nivells d'abstracció i s'expressen a través del llenguatge verbal. En aquest sentit, la RV permet concretar visualment aquests continguts simbòlics però, des d'un punt de vista més general, no és gaire adequada per mostrar els continguts declaratius perquè no mostra esdeveniments temporals sinó objectes i també perquè en aquest vessant estàtic es desaprofita el seu potencial interactiu. Per això, les imatges estàtiques del VH s'associen amb l'Arqueologia i la Història es deixa per als videojocs que, amb major o menor rigor històric, proposen històries ambientades en escenaris històrics (Cuenca, 2001).

La comprensió i ús adequat dels **conceptes temporals** no és immediata perquè requereix un grau d'abstracció i un domini de les cronologies històriques força elevats. Per aquest motiu cal dissenyar activitats pensades expressament per desenvolupar aquest tipus de coneixement, tenint en compte que els estudis han demostrat que hi ha tres nivells evolutius bastant delimitats en relació amb l'aprenentatge del temps històric, que van de més concret a més general i de més puntual a més sistèmic (Asensio, 1986: 120-121). Com que també s'ha comprovat que la construcció de mapes temporals funciona de manera similar a la dels mapes espacials (Asensio, 1986: 121), la RV podria ajudar a comprendre visualment les diferents distàncies temporals, a través del seu dinamisme i/o de l'ús analògic de l'espai per representar el temps. Aquesta solució es basa en un mecanisme de transferència, pel qual les operacions cognitives han de ser similars i la persona ha d'adonar-se que les característiques i les demandes de totes dues situacions són similars la qual cosa li permet realitzar paral·lelismes i extrapolacions (Monereo, 2002: 23).

En certa manera, l'aplicació en general de la RV a l'Arqueologia també es basa en una transferència, però aquest cop entre contextos: la reconstrucció simula els processos reals de la pràctica arqueològica. Aquesta operació és una mica complicada en el cas dels entorns d'aprenentatge assistits per ordinador perquè les diferències entre la interfície i el món real són massa evidents i, per tant, s'acostumen a fer servir per exercicis més abstractes, similars als que es realitzen habitualment en l'entorn educatiu formal, però amb la diferència que l'ordinador ha substituït el llapis i paper i, de vegades, també el/la professor/a. Però, què passa en el cas de la RV? Especialment en el cas de la RVI, l'objectiu es simular el món real. Tot i que l'usuari/ària no especialista no acostuma a posseir coneixements previs –o, en tot cas, són esbiaixats– sobre el procés de recerca arqueològica que li permetin comprendre que està realitzant les mateixes activitats, accepta que és així i llavors la transferència es concentra en les operacions cognitives bàsiques: l'alumne/a aplica i adquireix estratègies relacionades amb la pràctica arqueològica des de les més senzilles –observació, descripció, classificació– a les més complicades –tipologia, comprovació d'hipòtesis, explicacions causals.

La **causalitat complexa** acostuma a ser difícil de comprendre, no només per part dels i les alumnes, sinó també de les persones adultes acostumades a analitzar el món a través d'una lògica intuïtiva. El “sentit comú” és inexacte perquè, en el cas concret de la inferència causal, es basa en la contigüïtat, l'extrapolació inductiva a partir dels casos propers i, sobretot, (Pozo, 2002: 287) les explicacions teleològiques o finalistes. És aquest aspecte el que exigeix una major dedicació educativa per transformar les estructures cognitives prèvies i també és, precisament, aquell en què la RV pot incidir més plenament perquè la comprovació experimental d'hipòtesis causals és la seva funció primordial. Un cop adquirides unes nocions conceptuals bàsiques i respectant les etapes evolutives personals, la RV pot proposar exercicis de descoberta de major o menor complexitat que permetrien practicar el mètode hipotètic - deductiu per tal de desenvolupar el pensament formal i alhora comprendre la multicausalitat a través de la introducció successiva de noves causes fins a obtenir el resultat de partida. L'avantatge de la simulació és que, com hem vista anteriorment, redueix el nivell d'abstracció al mínim, desperta l'empatia, s'adapta a diferents ritmes i habilitats cognitives i és més motivadora.

L'assoliment d'una **concepció relativista** respecte del coneixement històric i d'una actitud tolerant envers els altres paradigmes no és immediat, sinó que abans cal un cert domini dels coneixements factuais i metodològics essencials. Per aquest motiu, les estratègies d'ensenyament consisteixen en explicar uns fets des d'un punt de vista concret i, progressivament, a mesura que augmenta el coneixement d'un període o cultura i es sofisticuen les estructures cognitives, s'introdueixen altres possibilitats per generar un conflicte amb les descripcions anteriors que porti a reestructurar les xarxes conceptuals prèvies. La qüestió és que aquesta integració no es realitza, segons la meua experiència, fins al nivell universitari. És a dir que, si han après seguint el model tradicional factual descriptiu, només aquelles persones que triïn la Història com a carrera adquiriran profundament aquesta concepció relativista (del món) perquè hauran cursat assignatures sobre tendències historiogràfiques. Tot i que actualment ja es realitzen a l'escola activitats que segueixen aquest enfocament, la concepció predominant és la d'una ordenació objectiva i universal dels fets del passat. La RV també podria contribuir a introduir la possibilitat que existeixin diferents interpretacions vàlides, per exemple a través de la comparació visual de diferents reconstruccions d'un

mateix monument o bé, en un segon nivell de complexitat cognitiva i tecnològica, proposant i comprovant diferents hipòtesis causals d'un mateix fenomen.

Per tant, des d'aquesta perspectiva la RV ajudaria també al desenvolupament del pensament formal: progressivament corregiria la tendència a agafar només les dades que confirmen les creences prèvies, molt habitual en els sabers poc positivistes i a la societat en general (Asensio, Carretero *et al.*, 1986: 25). Els resultats dels estudis comparatius realitzats amb alumnes escolars de diferents edats va evidenciar que a l'hora d'explicar un esdeveniment a partir de fonts diverses, augmenta la quantitat d'informació manipulada a mesura que augmenta l'edat, però el tipus emprat és el mateix en tots els casos i acostuma a ser la comuna i complementària, en detriment de la contradictòria i externa, que es deixa de banda quan precisament és aquesta la que proporciona una comprensió relativista de la realitat (Asensio, Carretero *et al.*, 1986: 25). Així doncs, la Història i, encara més l'Arqueologia, està molt ben situada per afavorir aquest tipus de concepció ja que permet evidenciar com, a través de la mateixa cultura material, es poden escriure discursos molt diferents. Una possible activitat per demostrar-ho seria la realització per grups d'una reconstrucció virtual a partir de les mateixes restes materials.

A més de les característiques que acabo d'esmentar, l'Arqueologia posseeix la peculiaritat que té com a font de coneixement la cultura material. Com que ja he exposat la utilitat de la RV per l'Arqueologia en l'apartat de la recerca arqueològica, dins aquesta mateixa secció de "Pragmàtica de la RV", aquí només recordaré que la RV és molt adequada per l'Arqueologia perquè permet aplicar el mètode hipotètic - deductiu a les entitats espàcio - temporals. D'aquesta manera, s'amplia l'àmbit d'actuació de l'Arqueologia experimental, gràcies a la seva virtualitat i la possibilitat que això obre de manipular els objectes a voluntat segons un sistema de regles programat prèviament.

La RV pot servir per realitzar aquestes activitats però presenta, com ja hem vist en parlar de l'ús de la RV en funció de les etapes evolutives, dos problemes: la intervenció de la interfície i, sobretot, que no es tracta d'una manipulació directa de la realitat. Així doncs, en les primeres etapes és millor utilitzar objectes reals i només recórrer a la RV si no és possible obtenir-los o no n'hi ha per tots, abans de fer servir il·lustracions estàtiques. L'avantatge de la RV respecte d'aquestes imatges és que és més realista, dinàmica i interactiva: es poden manipular els objectes –rotar, canviar de lloc, ampliar, etc.– i també pot guiar l'activitat, per exemple, dient quan una seriació no ha estat correctament realitzada i per què. Malgrat que aquesta funció també la pot realitzar el/la professor/a, li facilita la feina perquè cada alumne rep una atenció (impersonal però) personalitzada. L'ús plenament justificat de la RV es produeix en arribar a l'estadi operacional formal (12 – 15 anys), quan els nois i noies desenvolupen plenament el raonament simbòlic i la capacitat de predir més enllà del present. En aquesta etapa, l'Arqueologia i, concretament, els models virtuals poden ajudar a desenvolupar el pensament formal a través de la realització de petits projectes de recerca, que demanen l'aplicació de les diverses estratègies involucrades en la resolució de problemes però aplicades al nucli conceptual específic de les disciplines històriques: els/les alumnes han de proposar i verificar hipòtesis explicatives a partir de la interpretació d'un conjunt d'informacions diverses obtingudes mitjançant l'observació analítica de la cultura material. Al final de la darrera etapa, cap els catorze anys, es podran realitzar també estudis tipològics, que són més complexos que la classificació perquè implica la presència de diferents cadenes tipològiques en funció dels atributs considerats i això

demana major memòria visual i un nivell avançat d'abstracció (García Blanco, 1988: 27).

La RV i els models psicopedagògics de l'ensenyament – aprenentatge de les disciplines històriques

El VH com a representant del model descriptiu i memorístic. Les relacions de la RV amb el paradigma associacionista ja han estat exposades a l'apartat sobre la RV i els paradigmes psicopedagògics però aquí hi afegiré la concepció de la Història. Des d'aquest punt de vista, podem afirmar que el VH reuneix clarament la concepció associacionista, memorística, de l'aprenentatge i la concepció descriptiva de la Història. Aquesta és una idea que ja he explicat abastament en treballs anteriors (Pujol, 2002a; 2002b; 2004) i he anat esmentant en aquest mateix treball, però fins ara no he distingit clarament els elements que hi participen, la qual cosa ha estat possible en el moment que he tingut en compte el vessant educatiu (fins ara només m'havia centrat en la concepció de la disciplina).

La concepció subjacent al VH no és pròpiament històrica, sinó arqueològica, perquè reconstrueix jaciments enlloc de fets concrets. Un fet històric implica un lapse temporal, per molt breu que sigui, en el qual participen persones; el VH, en canvi, mostra fotografies temporals fixes d'un monument despoblat, dins el qual es pot navegar visualment. L'augment de la capacitat de processament i l'aparició de nous tipus híbrids de RV està propiciant la introducció de persones en moviment –reals o dissenyades– però això no implica necessàriament una aproximació a la concepció històrica: més aviat es tracta de recursos il·lustratius destinats a dotar la imatge de major realisme. Per aquest motiu la reconstrucció audiovisual de fets històrics se segueix realitzant a través de la filmació, en pel·lícules o documentals, que segueixen la concepció de la Història com a narració d'esdeveniments personals.

En qualsevol cas, el VH proposa un model d'ensenyament memorístic, basat en l'associació d'idees o la substitució de les anteriors a través d'imatges fixes aprofitant el potencial del llenguatge icònic. Un efecte que s'intensifica quan les imatges són molt realistes perquè la gent les entén inconscientment com a afirmacions veritables i definitives.

Les simulacions com a eina de descobriment autònom en una Arqueologia científica. Les idees de l'aprenentatge per descobriment coincideixen en bona part amb les concepcions pròpies sobre l'Arqueologia i la RV, que he presentat en el primer volum d'aquest treball. En el cas de l'Arqueologia, l'objectiu de les disciplines històriques no s'esgota en proporcionar coneixements sobre el passat sinó que aquests han de servir per comprendre el present; això significa que la disciplina ha de resoldre problemàtiques que es formen a partir de l'observació del propi entorn. I la persona pot optar per dos tipus d'aproximació: una, la que li permeten les fonts escrites; l'altra, la que se serveix de la cultura material visible o enterrada en el subsòl i que constitueix la raó de ser de l'Arqueologia. Això també significa que l'ordenació cronològica –com la temàtica– només és una de les formes d'organització del nucli teòric bàsic i que serà vàlida en la mesura que serveix per comprendre els processos de canvi històric. Un altre punt de coincidència és la interdisciplinarietat. Si les disciplines històriques consisteixen en la comprensió del present, és impossible assolir aquest objectiu a partir d'una

compartimentació estricta de les disciplines de saber, que només conduiria a una visió limitada, parcial i incompleta de l'entorn. Naturalment, això significa trencar els límits de la Història i potser la disciplina que està més preparada per fer-ho és l'Arqueologia, atès que la combinació de mètodes i tècniques és una característica inherent gairebé des dels seus orígens i s'ha anat consolidant amb el temps, especialment gràcies a la influència de la “*New Archaeology*”.

Pel que fa a la RV, des d'un punt de vista general, hem vist a l'apartat sobre RV i els paradigmes psicopedagògics que s'adequa perfectament als postulats constructivistes. En realitat, es pot afirmar que l'ús dels entorns d'aprenentatge assistit per ordinador es pot situar dins aquest paradigma perquè es basa en la concepció de l'aprenentatge com un procés individual d'adquisició de nous coneixements a través del contacte amb uns continguts. La diferència amb els mètodes tradicionals és que, mentre que aquests es basaven en una estratègia purament receptiva i associativa, els ordinadors permeten una estratègia associativa però alhora assimilativa i d'exercitació, és a dir, basada, respectivament, en un aprenentatge per descobriment i instrumental. En un nivell més concret, el seu ús com a model respon, més que cap altra eina o estratègia, a la concepció d'aprenentatge significatiu d'Ausubel, perquè aquí la interacció entre persona i continguts és veritablement mútua: mentre que en les situacions tradicionals, els materials són fixos o, com diria Lluís Pibernat (Pibernat, 1998: 81), són objectes passius, i la interacció amb ells es produeix per la mediació del professor o professora, en el cas de la RV, gràcies a la seva virtualitat, els materials també es modifiquen en temps real d'acord amb les demandes o necessitats del subjecte.

Com que és una simulació interactiva, la RV s'adequa en bona part als postulats del “*learning by doing*” –amb l'excepció del fet que no implica tots els sentits– que l'escola activa va adoptar del pensament pragmàtic de Dewey. Tanmateix, la interacció directa no té per què ser necessàriament avantatjosa perquè proposa una forma d'aprenentatge totalment lliure –assimilable a l'aprenentatge per descobriment– que presenta un seguit d'avantatges i inconvenients. Els avantatges són els següents (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 81; Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 237):

- És molt adequat per desenvolupar les habilitats metodològiques que permetin explorar o analitzar aquell i altres àmbits de coneixement de manera autònoma, ja que produeix un aprenentatge fàcilment transferible a situacions noves.
- És intrínsecament motivador.
- Afavoreix la maduració de perquè obliga a comportar-se de manera inductiva i científica i a transcendir les dades immediates.
- Provoca una participació més atenta i això exigeix una major valoració de la tasca.
- Augmenta l'autoestima perquè afavoreix l'aprenentatge autònom.
- Ajuda a augmentar la retenció dels continguts, especialment, quan el material és difícil.

En contrapartida, només és més favorable quan es posseeixen coneixements previs perquè no permet comprendre el nucli conceptual bàsic, ja que aquest no es pot descobrir espontàniament (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 81; Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 237). Els estudis posteriors al gran esclat de l'aprenentatge per descobriment han evidenciat la necessitat que algunes estratègies d'aprenentatge siguin ensenyades explícitament perquè la seva adquisició no és espontània, especialment aquelles vinculades a les disciplines científiques, perquè acostumen a estar situades en un nivell cognitiu superior. En aquest cas, és més adequada l'estratègia receptiva memorística perquè s'ha demostrat que, juntament amb la significativitat, el temps total de contacte amb les informacions també contribueix a la seva assimilació (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 237). Com més es treballa una informació més s'aprèn i per això és molt útil, tal com proposava Skinner, realitzar contactes breus però repetits i no passar a nous materials fins que els anteriors no estan sòlidament integrats. Això té molt a veure amb l'adquisició dels conceptes bàsics que han de proporcionar la primera aproximació a un domini del coneixement, perquè no permeten una altra estratègia que la transmissió directa de l'emissor/a al receptor/a (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 237). Aquest/a ha de realitzar un "acte de fe" fins que no posseeixi un major domini del tema, que li permeti explorar de manera més o menys autònoma i posar en qüestió les primeres nocions apreses.

També s'ha vist que l'aprenentatge per descobriment exigeix molta dedicació (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 81), cosa que pot assumir-se en el context de l'educació formal però no és gens adequada en el del museu. Un altre desavantatge és que porta a confondre els mitjans amb les finalitats (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 81). Això es fa molt evident en el cas de la RV, perquè la interactivitat es limita a l'activitat motora, és a dir, la persona prem botons per veure com reacciona la màquina però no hi ha un veritable guany cognitiu. En aquest sentit, cal tenir en compte els estudis que han demostrat que les persones impulsives obtenen pitjors resultats que les reflexives perquè donen respostes sense pensar (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 81) i, per tant, l'ús purament motor de la RV no faria altra cosa que accentuar aquesta situació. Els detractors/es d'aquest mètode, principalment Ausubel, argumenten que la major part dels articles que presenten resultats favorables no es basen en estudis empírics sinó en conjectures teòriques i que les anàlisis estadístiques fiables obtenen conclusions negatives per la majoria de situacions d'aprenentatge (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 82). Tanmateix, s'ha comprovat la seva utilitat com a mètode per aprendre una matèria abstracta, ensenyar el mètode científic i les tècniques de resolució de problemes i avaluar els resultats de l'aprenentatge en els primers cursos escolars (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 82). Podria ser que també funcionés en edats superiors, però en menor grau (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 82). Aquest és un avantatge respecte de l'aprenentatge memorístic, ja que s'ha vist que aquesta estratègia té un abast molt limitat en les primeres etapes escolars a l'hora de fixar els coneixements generals de tipus abstracte (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987: 79).

En conclusió, no es pot fer servir una aplicació de la RV interactiva - metodològica d'entrada sinó que abans cal fixar uns coneixements previs que serveixin de base sobre els quals treballar. Tenint en compte la diversitat del públic que s'enfronta a una reconstrucció virtual, cal una interacció guiada personalitzada o, en paraules tècniques, una integració entre l'aprenentatge per descobriment i l'expositiu o receptiu, que ajudi a reestructurar o substituir els esquemes previs a la llum de les noves informacions. Això

coincideix amb el mètode de la interrogació o del descobriment guiat que proposava Ausubel com a camí intermedi entre el condicionament total i el descobriment autònom.

La RV i el paradigma reconstructiu. Els models virtuals segueixen un enfocament psicològic autònom i, com la pedagogia activa, també corren el risc de propiciar una simple activitat motora o exploratòria superficial, sense que es produeixi un veritable guany cognitiu. Tanmateix, el seu potencial va més enllà del simple activisme i es pot apropar als postulats de l'aprenentatge reconstructiu, defensat per Ausubel.

Com acabem de veure, les Ciències Socials han estat tradicionalment més dedicades a ensenyar coneixements verbals que no pas a proporcionar els instruments – procediments i estratègies – per elaborar-los. L'objectiu educatiu era el producte i no pas el procés. Com que presentaven un caràcter transmissiu, l'alumne/a només havia de memoritzar les informacions rebudes per via principalment verbal. Progressivament, es va anar substituint la concepció factual de la Història per una de més conceptual i procedimental, en què l'important era la interpretació. Això implicava l'activació d'habilitats i estratègies cognitives més sofisticades, que s'havien d'ensenyar expressament. Aquests dos models no són incompatibles; ben al contrari: la seva dialèctica és imprescindible perquè es produeixi un aprenentatge significatiu (Pozo, 2002: 271). Per entendre aquesta afirmació i com hi participa la RV, veurem a continuació el detall dels tipus de continguts que comporten les disciplines històriques (Asensio, 1993: 18; Pozo, 2002: 272-285; Trepal i Alcobarro, 1994: 38) i també d'una seqüència del procés d'ensenyament - aprenentatge segons la concepció integrada que presenten Juan Ignacio Pozo, Mikel Asensio i Mario Carretero en el seu llibre sobre *La enseñanza de las Ciencias Sociales* (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 238-239). Aquestes conclusions no només són vàlides per la instrucció sinó que, en part, també es poden aplicar a l'entorn informal d'aprenentatge perquè els processos cognitius que s'hi activen són molt similars (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 127).

Les disciplines històriques estan formades per tres tipus de continguts, que podem definir a través de l'aproximació semiòtica que caracteritza l'enfocament d'aquest treball de recerca. En l'àmbit **semàntic** tenim els continguts declaratius o factuais, que estan formats per dates, fets, conceptes teòrics sobre la pròpia disciplina, etc. i s'adquireixen en la primera fase del procés d'ensenyament - aprenentatge a través d'estratègies de reestructuració i associació, corresponents, respectivament, a un ensenyament receptiu i memorístic, és a dir, sempre passiu. En l'àmbit **sintàctic** tenim els coneixements procedimentals i explicatius, que estan formats per les metodologies científiques de la disciplina. La seqüència d'aquests procediments, que segueix el model de la investigació com a eix didàctic, seria la següent:

- Plantejament de la problemàtica i de les seves conseqüències materials.
- Identificació, selecció i adquisició de fonts.
- Interpretació aplicant un marc teòric concret.
- Anàlisi, en funció d'unes categories temporals i un vocabulari específics, per explicitar les estructures i els processos, la qual cosa condueix a la
- Comprensió de la causalitat i verificació de la hipòtesi de partida.

- Organització de totes les dades i comunicació dels resultats, normalment a través de la comunicació escrita i gràfica.

El domini d'aquests procediments s'adquireix a la segona fase del procés d'ensenyament - aprenentatge, mitjançant estratègies d'exercitació i assimilació, que corresponen, respectivament, a un ensenyament instrumental i per descobriment, és a dir, sempre actiu. En l'àmbit **pragmàtic** de l'ensenyament - aprenentatge de les disciplines històriques, hi tenim els continguts actitudinals, que consisteixen en l'adquisició d'una nova consciència sobre el passat, sobre la societat actual i sobre la disciplina, associada amb la capacitat crítica i, en darrera instància, amb el pensament formal, que s'assoleix a través d'estratègies de reestructuració i assimilació, provinents, respectivament, de l'ensenyament receptiu i per descobriment. Aquí hi ha una diferència respecte de la perspectiva d'Asensio perquè ell opina que les estratègies involucrades en el vessant pragmàtic són l'assimilació i l'exercitació (Asensio, 1993: 18), però jo considero que, en aquest nivell, l'aprenentatge sempre ha de ser significatiu i per aquest motiu he substituït l'exercitació per la reestructuració.

La RV es podria associar principalment al component sintàctic perquè simula la seqüència procedimental d'obtenció de coneixement i, (Asensio, 1993: 21) partint d'unes habilitats prèvies de la persona, permet practicar uns procediments més propers a la metodologia de la disciplina. En canvi, el component semàntic correspondria més aviat als Multimèdia perquè consisteix en un conjunt de nodes conceptuals –verbals o icònics– units mitjançant una estructura semàntica “oberta” que l'usuari/ària pot explorar i, per tant, reproduïx les xarxes conceptuals d'Ausubel. Mentre que els Multimèdia perpetuen la concepció descriptiva de la Història –tot i que l'aprenentatge ja no és purament receptiu–, la RV està més ben disposada per exercir funcions metacognitives, ja que explicita, a través de la manipulació activa, els processos de raonament i permet jutjar-los en relació amb les pròpies concepcions sobre el passat i la disciplina. Això coincideix amb les tendències educatives actuals, que sostenen que el canvi actitudinal depèn d'una (Asensio, 1993: 21)...

“... elaboración por parte del sujeto que no se consigue solamente con el aporte de información, sino con su manipulación y el procesamiento por parte del individuo.”

En qualsevol cas, és convenient distingir els tres tipus de contingut perquè, malgrat que s'acostumen a ensenyar de manera integrada i així mateix es troben en la RV, activen aprenentatges diferents. Al nivell semàntic, com ja he plantejat anteriorment, la RV permet l'adquisició dels conceptes bàsics de tipus espàcio – temporal a través del llenguatge visual, amb l'avantatge respecte de les descripcions verbals i les imatges estàtiques, que el dinamisme ajuda a comprendre les relacions jeràrquiques a diferents nivells. Correspondria a un aprenentatge associatiu i un ensenyament receptiu, però l'inconvenient en comparació amb els mitjans de comunicació acabats d'esmentar és que moltes vegades l'aprenentatge a través d'imatges (en moviment) pot ser massa superficial o inconscient. El nivell sintàctic és el més adequat per les possibilitats de la RV perquè la seva interactivitat permet adquirir la metodologia arqueològica bàsica i treballar sobre els conceptes de l'àmbit anterior. Per tant, la RV posa l'èmfasi en l'aprenentatge instrumental i per descobriment, a través dels quals s'exerciten habilitats i s'assimilen nous coneixements, la qual cosa provoca transformacions cognitives amb

implicacions en el tercer àmbit. Finalment, l'actuació de la RV en el nivell pragmàtic es produeix per dues vies: a través de la interactivitat, explícita els processos de raonament; a través de les imatges, permet avaluar les pròpies concepcions implícites sobre el passat. El caràcter metacognitiu de la RV activa la reestructuració i l'assimilació i, per tant, contribueix a l'aprenentatge significatiu de les persones.

Crec que el gran avantatge RV és seva flexibilitat a dos nivells interrelacionats: d'una banda, la possibilitat de combinar diferents estratègies comunicatives –icònica, verbal, dinàmica– i, de l'altra, la capacitat d'adaptar el nivell d'interactivitat. Com a imatge, la RV implica les tres categories d'aprenentatge significatiu definides pel Constructivisme:

- **Representatiu:** suposa l'aprenentatge del significat dels símbols o de les paraules com a representació simbòlica.
- **Conceptual:** permet reconèixer les característiques o atributs d'un concepte determinat, així com les constants en fets o objectes.
- **Proposicional:** implica aprendre el significat que hi ha més enllà de la suma dels significats de les paraules o conceptes que componen la proposició. És possible a través del valor denotatiu de les imatges però sobretot de l'encadenament interactiu.

Aquestes tres categories estan ordenades en funció del seu grau de complexitat: primer cal tenir un coneixement representatiu, és a dir, saber què signifiquen determinats símbols o paraules per poder abordar la comprensió dels conceptes, a partir dels quals es generen nous significats que depenen de la capacitat de relacionar tots els elements anteriors. Això mateix és el que es produeix en la RV i que permet avançar per fases successives, en què s'incrementa el nivell d'interactivitat, fins a dominar els tres tipus de coneixement.

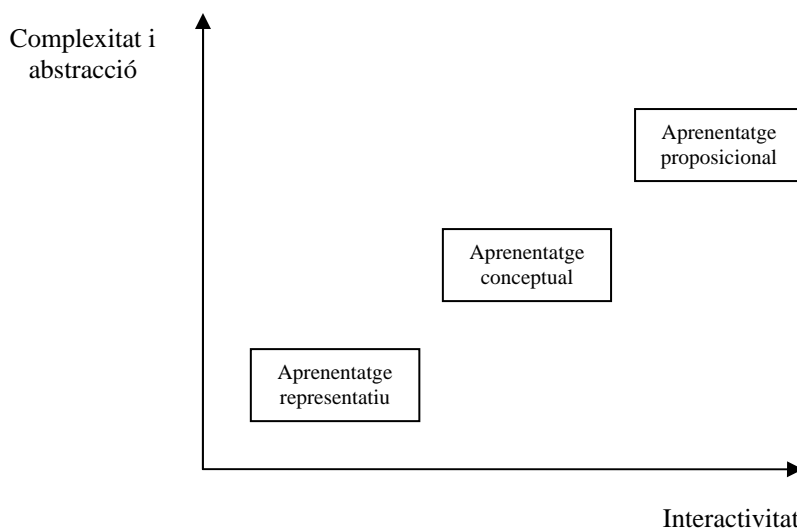


Figura 64: tipus d'aprenentatge significatiu i classificació en funció del nivell d'interactivitat i de complexitat / abstracció.

El primer pas seria reconèixer els diferents objectes que formen la sintaxi bàsica del registre i per aconseguir-ho caldria una estructura multimèdia, estàtica, en què s'associessin les imatges dels objectes amb la seva ubicació i descripció verbal. En el segon cas, s'introduiria el dinamisme per mostrar la semàntica elemental, és a dir, el moviment de l'escena per mostrar els principis estratigràfics bàsics, els conceptes temporals, les característiques d'una societat concreta, etc. Un cop assolit aquest nucli conceptual general, es podria fer servir la interactivitat pròpiament dita perquè la persona experimentés amb el model virtual d'un jaciment amb l'objectiu d'extreure conclusions. En el fons, això quadra perfectament amb la seqüència de l'adquisició del coneixement històric establerta pel model de l'aprenentatge reconstructiu. Segons Ausubel, la reconstrucció consisteix en un canvi conceptual que es produeix a partir del conflicte entre els coneixements previs i la manipulació de les noves informacions i conté essencialment un component actitudinal, d'adquisició de consciència crítica respecte del món i el propi aprenentatge.

Fins ara hem enfocat l'ensenyament - aprenentatge de les disciplines històriques des d'un punt de vista horitzontal o sincrònic. Des del punt de vista diacrònic, que és quan entra es produeix la significativitat de l'aprenentatge, la seqüència seria la que es presenta a la figura següent:

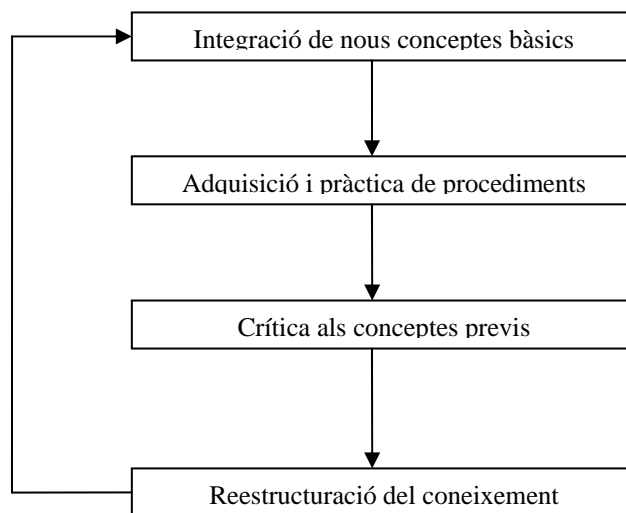


Figura 65: seqüència de l'aprenentatge reconstructiu.

Així doncs, fem una recapitulació de tot l'exposat fins ara, partint de la premissa que la reconstrucció ha de servir per qualsevol persona, independentment de la seva edat, coneixements o característiques cognitives més o menys estables. En el primer moment, corresponent a l'adquisició del coneixement declaratiu, la seqüència és més guiada i combina text i reconstruccions fixes per explicar els conceptes històrics bàsics sobre l'Arqueologia o sobre una societat a partir d'una pregunta o restes arqueològiques concretes. Això correspondria, segons la teoria del processament de la informació, a un aprenentatge per creixement i les vies d'adquisició serien la representativa i la conceptual de les tres exposades anteriorment. Després s'emprarien aquests mateixos recursos però amb un major dinamisme per comprendre la metodologia –estratigrafia, datació d'objectes, interpretació dels sòls i estructures d'ocupació en planta, etc.– i per realitzar exercicis senzills de manipulació gràcies a la introducció d'un primer nivell

d'interactivitat. L'ensenyament instrumental i per descobriment associat amb la pràctica dels coneixements procedimentals generaria un conflicte amb les nocions prèvies, generals i inexactes. La reestructuració es consolidaria a través de la interacció amb un model plenament interactiu en què, a través de la solució de problemes, s'adquiriria una nova versió de les informacions de partida sobre aquella societat, un raonament proposicional i també la idea que la interpretació històrica / arqueològica és relativa. Malauradament, això pot semblar correcte des del punt de vista estrictament psicopedagògic però presenta inconvenients des del punt de vista museogràfic, tal com veurem a l'apartat següent.

Des del punt de vista dels models psicopedagògics, la RV es correspondria amb el d'investigació, que recull les idees de l'Escola Nova de la segona meitat del s. XX sobre el paper actiu de l'alumnat i el poder de transformació social de l'educació, però superant les idees errònies del primer activisme pedagògic (Bardavio i González Marcén, 2003: 21). Aquest model consisteix en l'adopció de la recerca com a eix de l'aprenentatge i això presenta uns avantatges molt importants perquè pot integrar els diferents tipus d'ensenyament - aprenentatge en un procés coherent i lògic, aprofita el poder motivador de la curiositat innata i la descoberta, afavoreix la cooperació social i la creativitat individual, etc. (Bardavio i González Marcén, 2003: 21, 154). En el nostre cas concret, la solució de problemàtiques històriques contribueix a prendre consciència de les fonts històriques com a eines imprescindibles per aproximar-se al passat i comprendre el present. I també apleix una altra condició per l'assoliment del pensament formal i és que, si bé només s'aprèn a través d'una instrucció específicament dissenyada, el seu ensenyament no pot ser directe (Pozo, 1999: 516), sinó que s'ha d'induir a través d'estratègies d'exercitació pròpies de l'aprenentatge instrumental. Primer s'aprèn en contextos específics, com ara les disciplines històriques, i després es pot generalitzar.

Juan Ignacio Pozo discrepa de la utilitat d'aquest model com a eina didàctica perquè considera que el context i els rols que se'n deriven són molt diferents. Per això proposa l'aprenentatge a través de models, que consisteix en ensenyar l'estructura i l'aplicació de diferents models en diferents contextos perquè siguin integrables (Pozo, 1999: 518). La meua modesta opinió és que aquesta proposta pot conduir a un ensenyament excessivament abstracte. Per altra banda, és ben cert que els contextos són diferents, però es tracta d'adaptar el procés. I la manera d'aconseguir-ho és la simulació, un recurs didàctic que, partint de la realitat més propera, permet recrear situacions per tal de desenvolupar l'observació i l'anàlisi, relacionar la teoria i la pràctica i fomentar la reflexió a partir de l'empatia i la transferència de procediments i conclusions des de la simulació a la qüestió original (Bardavio i González Marcén, 2003: 22). La diferència amb la dramatització és que, en aquest cas, l'alumne/a representa un paper que ha après prèviament i, per tant, no hi ha comprensió per descobriment a partir de les pròpies decisions (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 236). Així doncs, no es tracta d'investigar com els/les especialistes sinó de practicar a través de casos senzills específicament dissenyats.

La RV s'integraria plenament en aquest procés perquè també és una eina de simulació. L'aplicació de la RV a l'Arqueologia no està destinada a la simulació del passat –com passaria en una concepció descriptiva i memorística de la disciplina i el seu ensenyament– sinó a la simulació de la metodologia científica, tant a nivell general com en l'ús de models de visualització, que avui dia són pràcticament inexistents perquè

predomina el *VH*. Repassem la llista d'avantatges de l'aplicació d'aquest mètode didàctic (Bardavio i González Marcén, 2003: 32) i veurem que la *RV* n'acompleix la majoria:

- Experimentar sobre esdeveniments que ja no es poden comprovar perquè han passat.
- Augmentar el nivell de motivació.
- Canviar el rol i l'activitat del professorat.
- Estimular la reflexió i la presa de decisions d'acord amb les conclusions de la primera.
- Avaluar els resultats de les accions i corregir-les.
- Entendre els diferents components d'un problema i separar els principals dels secundaris.
- Afavorir la cooperació a l'hora de resoldre els problemes²¹².

La *RV* com a simulació del procés de recerca arqueològica habitual –per exemple, una excavació, la restauració d'un objecte, l'Arqueologia experimental, etc.– només hauria d'emprar-se quan no és possible realitzar els processos reals físicament perquè limita la interacció social i la manipulació multisensorial directa dels objectes de coneixement; en canvi, com a model científic de comprovació d'hipòtesis és ideal perquè, precisament, simula una activitat real (?) de l'Arqueologia, en què es fa servir exactament aquest mateix instrument. Per tant, adaptariem una eina científica a les finalitats didàctiques per potenciar, a través de l'empatia, l'adquisició dels diversos coneixements esmentats anteriorment.

II.5.3.3.5.5.3. La *RV* i les variables lligades a l'entorn

*La *RV* i el context d'aprenentatge*

En relació amb els quatre tipus de museu definits per Àngela Garcia Blanco (García Blanco, 1988), la *RV* s'adequa sobretot al model constructivista perquè els altres tres proposen una concepció històrica - museogràfica que entra en conflicte amb les característiques de la *RV*. Pel que fa al museu tradicional, com ja hem vist a l'apartat dedicat als aspectes museogràfics i a les “Primeres paraules sobre l'ús de les TIC al museu”, aquestes són mal percebudes perquè es considera que fan la competència i treuen protagonisme als objectes. En el cas concret del museu conductista, la *RV* només s'acceptarà com a reconstrucció fixa perquè la seva interactivitat entra en conflicte amb la concepció transmissiva i memorística de l'ensenyament. És per aquest motiu que s'afirma que els dispositius tecnològics interactius generen un espai museogràfic i cognitiu que trenca la linealitat del discurs expositiu. En el cas dels museus actius, la *RV* ja satisfà la idea de l'aprenentatge per descobriment però no pot aportar la

²¹² Sempre que l'ús del model es faci en grup i no pas individualment; però, tot i així, pot agafar massa protagonisme.

multisensorialitat que s'exigeix en els entorns informals. La RV sembla més convenient per al museu constructivista perquè s'afegeix als diferents tipus de recurs expositiu destinats a permetre que els/les visitants construeixin els seus propis coneixements sobre un tema concret.

També es pot adequar a les exposicions caracteritzades per un llenguatge de variables, problemes o de jocs, segons la tipologia establerta per James Bradburne (Bradburne, 2002) en relació amb la interactivitat al museu, perquè aquesta és o hauria de ser la seva característica inherent. En el cas del VH i la navegació, es limita a un llenguatge de l'observació, en què l'usuari/ària segueix els camins preestablerts pel model. En el cas dels models manipulatius, ens trobem en el llenguatge de les variables, perquè la persona pot experimentar amb la simulació per comprendre el funcionament d'un enginy, d'un sistema, etc. En canvi, una RV científica és més oberta i proposa la solució de problemes, tal com passa en el llenguatge que porta el mateix nom; si, a més, ens trobem en un entorn col·laboratiu, ja sigui en línia o dins un CAVE, haurem assolit el llenguatge dels jocs. L'únic problema és que aquests tipus diferents d'interactivitat no poden sortir fora de l'entorn virtual, la qual cosa no és gaire adequada per un espai eminentment social i envoltant com és el de l'exposició. Però, en qualsevol cas, la possibilitat de triar diferents tipus de llenguatge, tant en les TIC com en els museus arqueològics, científics o artístics, demostra –ara pensant en el debat sobre interactivitat o realisme plantejat pel VH– que la interactivitat no depèn realment de la tecnologia sinó de la concepció subjacent.

Els estudis empírics de Psicologia cognitiva han demostrat la importància crítica de tres factors per l'aprenentatge al museu: la significativitat, la rellevància i l'organització conceptual. Tots ells fan referència a la necessitat d'introduir a l'exposició elements de disseny museogràfic per construir un marc conceptual que faciliti el procés d'aprenentatge. En aquest sentit, és interessant remarcar que, com que a les raons epistemològiques pròpies de la disciplina ara també hi hem afegit les psicològiques, el terme “contextualització” posseeix un doble vessant: d'una banda, fa referència a l'entorn original en què els objectes van ser creats, emprats i rebutjats; de l'altra, als sistemes de valors i estructures de coneixement prèvies de la persona. Així doncs, la contextualització històrica o epistemològica dels objectes s'ha de dur a terme sempre des de la perspectiva dels marcs de referència personals. I això, aplicat a la RV, significa que les imatges –les reconstruccions sobre monuments o els models experimentals– quedaran sempre supeditades a una estructura conceptual superior de relacions més abstractes expressada mitjançant el llenguatge verbal. I això implica que no hi hauria d'haver conflicte entre la RV i els altres recursos perquè aquesta juga un paper molt específic dins l'exposició: com a element de contextualització dels objectes (en les representacions del passat), de les conclusions sobre ells (en els models científics) o bé també com a organitzadora del discurs, en el cas de la RA.

En relació amb el model de l'aprenentatge incidental proposat per Mihály Csikszentmihályi i Kim Hermanson (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995), al centre del qual es troba el concepte de “*flow experience*”, les paraules d'aquests autors confirmen altra vegada que un dels principals inconvenients de la introducció de les TIC al museu és la contradicció entre dos models oposats: d'una banda, la comunicació individual que caracteritza els ordinadors i, de l'altra, l'experiència personal i alhora social pròpia de la visita a una exposició. Malgrat que la diversitat del públic és un repte important, els museus compten amb un avantatge que els és peculiar: ofereixen

l'oportunitat d'interactuar amb objectes reals en un entorn real i, segons l'opinió dels autors (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 60), aquesta experiència vívida supera qualsevol reconstrucció virtual. Diuen els autors (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995: 60-62):

“On one respect, however, museums seem to have a distinct advantage over solitary media-induced experiences. They provide information in a public space where there is a potential to develop the integrative dimension of personal growth. [...] Whenever we are exposed to an event that is shared with others, that feeling of connectedness is reaffirmed and strengthened. In modern society, however, there are fewer and fewer venues to experience such shared events. Perhaps, one of the major underdeveloped functions of museums is to provide opportunities for individually meaningful experiences that also connect with the experiences of others.”

En aquest sentit cal esmentar dues excepcions. La primera, que existeixen dispositius de RVI que permeten la interacció grupal, com ara els *CAVE*, tot i que no són aptes per qualsevol contingut. La segona, que el museu permet i ha de permetre diferents formes d'interacció amb els materials perquè hi ha dispositius que són millors que d'altres a l'hora de presentar un contingut i perquè el sistema de comunicació, igual que les habilitats cognitives, també és una qüestió personal, que varia d'un/a visitant a un/a altra. Sempre i quan la interfície no suposi un trencament massa greu de la coherència cognitiva i espacial, un dispositiu de RV respon a les necessitats de diversificar els punts de vista i les vies d'aproximació propi del museu constructivista.

Per altra banda, la RV com a model científic aconsegueix alguns dels requisits invocats per a les experiències fluïdes: és intrínsecament motivadora; planteja un procés de descobriment amb uns objectius fixats –sempre que s'especifiquin clarament fora de la pròpia reconstrucció–; s'adapta a les habilitats personals –sempre que hi hagi una certa alfabetització informàtica–; no involucra tots els sentits però sí els principals; proposa experiències poc abstractes perquè és una simulació; proporciona resultats immediats en què no es contempla l'error; recolza l'autonomia personal i la responsabilitat sobre les pròpies accions; i permet el creixement personal perquè desenvolupa el raonament formal.

Pel que fa al model contextual d'aprenentatge, plantejat com a marc teòric metodològic per John Falk i Lynn Dierking (Falk i Dierking, 2000), recordem que aquests autors consideraven que el museu es podia entendre com a confluència de tres contextos: personal, sòcio - cultural i físic. Algunes de les qüestions plantejades per aquest model ja han estat exposades a l'apartat sobre el vessant museogràfic de la Pragmàtica de la RV perquè es tracta d'una proposta molt orientada a les característiques globals de l'entorn informal, especialment pel que fa al disseny. Per això, aquí només esmentaré aquells elements que tinguin a veure amb l'aprenentatge i interpel·lin directament, ja sigui positivament o negativament, la RV.

Una primera qüestió a destacar sobre els factors exposats dins el primer context, el **personal**, és la motivació. Així com en d'altres qüestions no hi ha consens o bé, simplement, no es tracten, la motivació és un dels avantatges de la RV més analitzats i invocats per les diferents publicacions, com per exemple a (Vera, 2004: 62), que recull els principals elements d'aprenentatge emfasitzats per les TIC. Es considera que la

motivació està vinculada a dos tipus de factors, externs i interns, entre els quals es troba la percepció d'autoeficàcia i el control del propi aprenentatge (Falk i Dierking, 2000: 85, 137-138; Vera, 2004: 59). En el marc educatiu, la interactivitat inherent als ordinadors i, més concretament, a les aplicacions recents, permet ambdues coses: l'usuari/ària es desplaça pels continguts segons els seus interessos i actituds i, a més, les accions a realitzar en aquest entorn estan predefinides, són senzilles i proporcionen un resultat immediat que no acostuma a contemplar la possibilitat de l'error ni, per tant, les consegüents valoracions socials i personals negatives. Per altra banda, en relació amb les motivacions externes, lligades a la tasca, els estudis conductistes demostraven que, si hi havia una conducta de baixa probabilitat que volíem reforçar, calia emmarcar-la dins una activitat plaent. Això és interessant des del punt de vista de l'Arqueologia perquè, ateses les expectatives que genera la tecnologia entre el sector adolescent, permetria explicar-los-la sota la forma d'una experiència amena, ja que la percepció de la RV, com moltes altres aplicacions computacionals –especialment en l'àmbit de l'educació informal– posseeix un alt component lúdic.

Però, significa això que automàticament es produeixi un aprenentatge significatiu? Vèiem en parlar de la teoria de l'aprenentatge verbal significatiu d'Ausubel que, perquè es produeixi aquest tipus d'aprenentatge, no n'hi ha prou amb que el material tingui coherència interna i sigui potencialment relacionable amb allò que ja se sabia, sinó que cal una predisposició a integrar-ho d'aquesta manera. En el cas de la RV, les imatges poden provocar un fenomen anàleg al de l'aprenentatge verbal i és que, de la mateixa manera que en el segon cas l'alumne/a pot adoptar una estratègia memorística perquè és menys costosa, en el primer pot limitar-se a contemplar les imatges i provocar respostes de la màquina sense que es produeixi un veritable guany cognitiu, és a dir, que hi hagi una impressió superficial general sobre el contingut de les imatges. Aquest seria el resultat del *VH*. En canvi, perquè hi hagi un potencial aprenentatge durador, entès com a modificació de les estructures, aproximació al pensament científic, s'ha de produir una interacció.

Una altra reflexió sobre la RV té a veure alhora amb el context físic i el personal. Si l'exposició pot combinar recursos diversos, això també significa que pot adaptar-se als diferents estils cognitius de les i els visitants i, per tant, que els continguts poden ser accessibles per tothom, cosa que no sempre es produeix en el context escolar perquè les estratègies d'aprenentatge són més rígides i estereotipades. En realitat, aquesta possibilitat d'adaptació es converteix més aviat en una necessitat de l'entorn informal perquè l'atenció per part de la persona no és tan obligada com a l'escola (Asensio i Pol Méndez, 2003a: 74). En principi, la RV segueix aquesta tendència perquè es caracteritza per la seva capacitat multimèdia, visual, verbal i procedimental, és a dir, els mateixos recursos que s'empren a l'exposició. La possibilitat d'adaptació als estils cognitius de les persones implica també una possibilitat de tria i control, dues condicions necessàries de cara a les experiències fluïdes, que les TIC poden acomplir sense problemes perquè, precisament, es poden adaptar als ritmes d'aprenentatge o les preferències en el llenguatge de comunicació. Per altra banda, la RV es fonamenta en la interacció entre la màquina i la persona, la qual cosa significa que el resultat final del procés depèn totalment de les accions de la persona durant l'ús de la simulació virtual.

De totes maneres, cal tenir present, no només la preferència individual en els estils cognitius, sinó també el seu nivell d'aprenentatge per part de les persones: els llenguatges de comunicació s'han de dominar abans de fer-los servir com a

intermediaris per adquirir altres coneixements. Aquest és un fenomen molt estudiat en l'àmbit escolar, especialment pel que fa a la comprensió verbal - lectora, i que ara reapareix com a conseqüència de l'ús de màquines dotades del seu propi codi de comunicació. La RV, com el museu, es distingeix de l'aprenentatge formal pel fet que combina diferents llenguatges però, sobretot i específicament, perquè intenta simular la interacció real amb el món, la qual cosa facilita l'adquisició dels continguts. En conclusió, des d'aquest punt de vista, els entorns formal i informal són complementaris perquè s'hi poden treballar continguts similars però mitjançant estratègies diferents que, per tant, afavoriran més un o altre tipus.

Com ja he comentat anteriorment, l'aprenentatge observacional i la interacció social, tan característics del **context sociocultural**, són el punt feble de la RV perquè està condicionada per la interfície, que acostuma a basar-se en el paradigma del PC. Com que es tracta d'una comunicació totalment bipolar, la mediació a l'interior del grup és inexistent i l'aprenentatge observacional es fa difícil perquè, per la forma de la interfície, no sempre és possible relacionar la conducta de la persona amb les respostes de la màquina. Per acabar amb aquest model, dins els factors associats amb el **context físic**, la RA es pot considerar un tipus d' "*advance organizer*" perquè proporciona a les persones una previsió conceptual i espacial d'un lloc i, el que és més important, en comparació amb els sistemes tradicionals, ho fa de manera dinàmica i en temps real.

La RV i els processos bàsics que s'activen a l'exposició

Ja hem vist a l'apartat sobre les "Variables lligades a la tasca" que la RV pot acomplir tots els tipus d'ensenyament: el memorístic, gràcies al poder fixador de les imatges; l'instrumental, perquè permet practicar una activitat; el descobriment perquè la seva base és la investigació; i, finalment, el receptiu, perquè tots els processos anteriors, juntament amb el seu caràcter metacognitiu, contribueixen a la reestructuració dels coneixements previs. Però, per les seves peculiaritats en comparació amb altres recursos tecnològics o no, és especialment indicada pels rols actius i significatius, per la qual cosa hem de concloure que ajudarà de manera òptima en els aprenentatges per assimilació i reestructuració. L'exercitació també s'hauria d'incloure en aquesta conclusió per les seves capacitats psicomotors però, tenint en compte les limitacions de la interfície de cara a l'ensenyament instrumental, prefereixo englobar-la en l'aprenentatge per descobriment perquè es tracta d'una activitat més cognitiva que pròpiament motora.

També vèiem en l'apartat corresponent que, segons G. W. Maxim [(Maxim, 1987: 267-268), citat a (Suina, 1994: 264)], hi ha tres formes d'establir contacte amb els continguts a aprendre: simbòlica, icònica i activa. La RV correspon exactament al segon tipus d'aproximació, perquè es basa en un llenguatge icònic. Però, en certa manera, també s'apropa a l'aprenentatge actiu perquè simula un conjunt d'accions. En aquest sentit, podríem parlar d'una aproximació activa abstracta perquè la interactivitat no es produeix en un entorn real sinó a través d'una interfície, per actuar en un entorn virtual i, per tant, es tracta d'una interacció simbòlica. Aquest és el motiu de considerar, en relació amb la qüestió museogràfica, que la RV mai no podrà eliminar els objectes perquè res no pot substituir la riquesa de la seva materialitat. La RV no és EL recurs museogràfic universal i definitiu perquè, tot i que s'adapta a moltes de les variables contextuais, personals i disciplinars de l'aprenentatge, no pot imposar-se com a

intermediari comunicatiu de tots els continguts, especialment en un entorn com el museu, en què la relació directa amb l'entorn té una importància cabdal. Per tant, la RV només ha de servir per practicar la metodologia arqueològica, mostrar jaciments o màquines quan no són accessibles; i l'observació, els *hands-on* o les recreacions en viu s'han d'emprar per garantir un contacte directe amb l'objecte d'estudi i les interpretacions sobre el passat. Aquests darrers recursos també serien preferibles en el cas del públic infantil, perquè el seu aprenentatge és molt més sensorial - motor i no és capaç de realitzar la transferència entre contextos que exigeixen les simulacions virtuals, amb la qual cosa, la manipulació de la interfície es converteix més en una pràctica d'exercitació que no pas en una veritable eina de reestructuració.

Per altra banda, la RV també pot contenir explicacions verbals, amb la qual cosa es reforçaria la transmissió del missatge gràcies als avantatges demostrats (Alonso i Matilla, 1997: 86-87) de la combinació verboicònica. Però, com hem vist en avaluar els avantatges i inconvenients de la inserció d'una estació informàtica en el discurs expositiu, la RV genera un espai real i cognitiu que trenca la fluïdesa lineal habitual de les exposicions i la gent no sempre visita el museu amb l'actitud adequada per entretenir-se a aprofitar el potencial real d'aprenentatge que ofereix una reconstrucció interactiva. Segons l'avaluació d'uns cursos en línia de formació de professors/es de Ciències Socials a l'Ensenyament Secundari realitzada per Isabel Vera, els entorns virtuals d'aprenentatge fomenten la cooperació per dos motius: el primer, que l'aprenentatge és fruit de la negociació i la discussió entre les diverses maneres d'entendre el coneixement presentades als recursos virtuals i aquesta concepció s'estén als i les alumnes; el segon, que com que no és un entorn presencial, no està sotmès als prejudicis socials i personals que s'acostumen a produir en l'espai físic (Vera, 2004: 62). Però això no s'acompleix en el cas de la RV perquè es basa en la interacció bidireccional entre persona i màquina, sense tenir en compte el paper de la resta de persones o altres variables ambientals. Aquesta situació és negativa en el cas del museu, ja que –com he esmentat diverses vegades– l'entorn informal d'aprenentatge es caracteritza precisament per la importància de la interacció social (Asensio i Pol Méndez, 2003a: 74), que no es pot obviar perquè s'està emprant en un entorn físic i no pas virtual.

En conclusió, la RV aconsegueix, potser millor que cap altre recurs educatiu disponible –gràcies a la seva virtualitat–, la interacció amb els materials, però té problemes a l'hora de satisfer la interacció social fora de Ciberespai perquè les interfícies no estan pensades per dur a terme un intercanvi entre el món virtual i tot el món físic segons les regles d'aquest, sinó que estan pensades per establir una relació directa entre els continguts i una única persona o bé la col·laboració en línia. En el cas del *CAVE*, la interacció social en el món físic pot incloure diverses persones, però la seva llibertat de moviments serà limitada i la reconstrucció sempre centralitzarà el flux atencional i comportamental.

La RV i els continguts que es presenten a l'exposició

Els continguts que es presenten a les exposicions es poden separar en cinc categories, més adequades per l'entorn informal que no pas les tres que habitualment s'especifiquen per l'entorn formal. Aquestes categories, anomenades "*Generic Learning Outcomes*" són les següents (A.D., 1998b):

- Coneixement i comprensió.
- Habilitats.
- Actituds i valors.
- Gaudi, inspiració i creativitat.
- Activitat, comportament i progrés.

A l'apartat corresponen vèiem que els estudis han demostrat que el museu és un entorn especialment indicat per transmetre els tres darrers tipus gràcies a les seves característiques particulars: motivació intrínseca, muntatge escenogràfic, presència de cultura material, diversitat de recursos comunicatius visuals i interactius, etc. Tenint en compte aquesta informació, hem de concloure que, *a priori*, el component immersiu i simulatiu de la RV la converteix en un recurs ideal per l'exposició perquè també posseeix aquesta característica escenogràfica pròpia del museu. Però cal tenir en compte que l'ús actual de la RV comporta un inconvenient prou important. Emilie Flon (Flon, 2002: 226) ho planteja de la següent manera:

“The image neglects the interpretative aspect of scientific knowledge, and shows certainties more than the interpretation of data..”

Efectivament, les reconstruccions virtuals més habituals il·lustren un passat representat per objectes, en lloc de mostrar la metodologia arqueològica. Aquesta és la concepció tradicional de l'Arqueologia –artefactual, “objectiva”, acumuladora de descripcions i tancada– que el públic ja posseeix i que es reforça a través del VH. Així doncs, la RV ha de tenir en compte i saber aprofitar o limitar totes les circumstàncies presentades anteriorment. El poder fixador inconscient de les imatges s'afegeix a l'impacte de l'entorn expositiu per modificar els coneixements previs –les imatges internes– i per aquest motiu s'ha d'evitar oferir aquestes imatges acabades hiperrealistes a les quals al·ludia Émilie Flon. En comptes d'això convé insistir en l'essència interpretativa de l'Arqueologia aprofitant la incidència del museu sobre les actituds i la predisposició lúdica que mostren les persones quan visiten una exposició.

Aquesta voluntat relativista no està tan allunyada de la realitat museològica, atès que, un cop hem extret els objectes del seu context original, es converteixen –parlant metafòricament– en lletres aïllades que poden generar múltiples discursos. Per altra banda, cal pensar que les persones de totes les edats que visiten el museu no acostumen a ser especialistes i, per tant, poden tenir mancances conceptuals bàsiques que dificultarien l'adquisició de nocions més avançades. Per aquest motiu, i tenint en compte que l'aprenentatge d'aquest nucli teòric fonamental es realitza a través d'estratègies receptives – memorístiques, més pròpies de l'entorn formal, la RV pot dedicar-se també a transmetre, a través d'una combinació verbal i icònica, la sintaxi arqueològica bàsica. Malgrat que les imatges poden acomplir aquesta tasca en segon pla, és a dir, de manera inconscient mentre es realitza una altra tasca, potser convindria no adoptar aquesta estratègia i estructurar aquesta adquisició en fases progressives ben explícites.

Tanmateix, no cal que totes aquestes funcions les realitzi la RV, com proposava a l'apartat de la RV i les variables lligades a la tasca. Atès que l'exposició utilitza recursos expositius diversos i que la RV presenta una característica específica que la fa única, la funció més adequada per ella sembla la transmissió dels continguts procedimentals: un cop superat l'aprenentatge de la teoria arqueològica més essencial, la interactivitat permetrà comprendre el funcionament de la disciplina i, al mateix temps, fixar els coneixements anteriors a través de l'associació imatge - comportament. És precisament a través de la simulació que es poden modificar de manera més efectiva les actituds perquè activa respostes empàtiques i motivacionals que afavoreixen una disposició més positiva cap a la disciplina. El resultat de la combinació de tots aquests continguts i estratègies hauria de ser també la comprensió de la relativitat del coneixement històric.

II.5.3.3.5.4. Conclusions teòriques sobre l'ús didàctic de la RV al museu

L'objectiu de les disciplines històriques és la comprensió del present a través d'una aproximació diacrònica i alhora el desenvolupament del pensament formal que, a més de contribuir a la formació de la persona, redunda en benefici del primer. La RV hi pot ajudar perquè tenint en compte que aquesta adquisició no és universal, pot adaptar-se a les diferències individuals a través de la seva flexibilitat i capacitat de personalització. El pensament formal es pot adquirir a través de tasques orientades a aquest objectiu i, per altra banda, un dels models psicopedagògics actuals defensa la utilitat avantatjosa de la investigació com a eix didàctic. La RV està preparada per satisfer aquests dos vessants perquè permet simular les operacions bàsiques del procés de recerca arqueològica, que està fonamentat en el mètode hipotètic - deductiu. Els avantatges concrets de la RV és que concreta a través d'imatges i seqüències procedimentals explícites els continguts abstractes de la disciplina. L'elevat poder visual de la imatge i empàtic de la simulació permet substituir les concepcions prèvies a través d'un procés de reestructuració. En conclusió, des d'un punt de vista teòric, la RV és adequada per l'ensenyament - aprenentatge de l'Arqueologia perquè treballa amb les mateixes entitats (conceptuals i metodològiques) que la disciplina, simula el procés de recerca a través de la simulació dels mateixos procediments, contribueix al canvi conceptual i ho fa de manera motivadora, interactiva, metacognitiva i modular.

La RV també s'adequa a un entorn informal d'aprenentatge com el museu perquè reproduceix la majoria de les estratègies que en són característiques:

- Parteix de la significativitat de l'aprenentatge
- Utilitza un aprenentatge receptiu i per descobriment.
- Permet un contacte directe amb l'objecte d'estudi, en comparació amb la comunicació verbal pròpia de l'escola.
- És interactiva: el coneixement és construït conjuntament per l'emissora (l'exposició) i el/la receptor/a.
- És immersiva, en el sentit escenogràfic del terme.

- És altament motivadora.

Totes aquestes són les característiques que s'han invocat per justificar els millors resultats de l'aprenentatge en el context informal respecte del formal. L'únic inconvenient de cara a la seva cooperació és, precisament, les dificultats d'integració plantejades per la introducció de la interfície en un entorn físic social com és el del museu i també la possibilitat que, a causa de les concepcions museogràfiques actuals, encara massa centrades en l'original com a referent estètic i simbòlic, es produeixi un conflicte entre els objectes i la RV.

El problema de tota aquesta explicació és precisament que es tracta d'una reflexió realitzada en l'àmbit purament teòric. Per això he reunit dades de diferents tendències que podien portar a deduccions oposades però igualment vàlides i això demostra definitivament la necessitat de comptar amb dades empíriques que recolzin les informacions teòriques o bé que contrastin les conclusions: el plantejament o la construcció de nous marcs teòrics ha de realitzar-se ineludiblement a través de la dialèctica entre les aportacions intel·lectuals i la seva contrastació a la realitat. A l'apartat següent repassarem els estudis específics que s'han realitzat sobre TIC i aprenentatge però, com que no necessàriament s'ocupen dels aspectes concrets que ens interessin, després emprarem algunes de les variables lligades a la tasca, a la persona i a l'entorn per establir les línies principals d'una possible avaluació futura que, a través de les observacions i les respostes del públic, permeti verificar algunes de les conclusions extretes en aquest apartat i el següent.

II.5.3.3.6. Avaluacions in situ i estudis experimentals sobre les TIC

II.5.3.3.6.1. Introducció

La funció d'aquest apartat és contrastar algunes de les conclusions bàsiques que s'han extret a partir de la reflexió teòrica i, per aquest motiu, la seva organització serà molt similar a la de l'apartat anterior: tres subapartats dedicats respectivament a les variables lligades a la persona, la tasca, i l'entorn. En realitat, és una distinció lleugerament diferent de l'emprada per acotar successivament el tipus d'aprenentatge: aquí les dades estan relacionades amb la persona perquè que la majoria d'estudis es realitzen sobre la base de la psicologia cognitiva, és a dir, que avaluen les respostes individuals i només alguns realitzen una anàlisi externa –per exemple, els estudis qualitius sobre el comportament a la sala. Llavors la ubicació en un o altre apartat es realitza en funció del tipus de variables que s'han tingut en compte o l'aspecte que pesa més en l'estudi.

Però, des d'aquest punt de vista, ens trobem amb un problema i és que la majoria d'estudis, duts a terme des dels àmbits directament involucrats, no estan pensats expressament per contrastar la definició de RV presentada en aquest treball, ni realitzats sempre al museu, ni treballen sempre amb continguts històrics. Com deia anteriorment, els estudis sobre les TIC aliens al món educatiu s'havien dut a terme des d'un enfocament estretament lligat a la teoria del processament de la informació o bé a l'ús de les interfícies; per aquest motiu es centraven en els aspectes comunicatius generals o de disseny i ergonomia, i no tenien en compte l'aprenentatge. En canvi, les avaluacions conduïdes des de la Psicologia educativa rara vegada han escollit la RV –i encara menys

en la versió defensada en aquest treball– com a objecte d’anàlisi, sinó que acostumaven a treballar amb “entorns virtuals d’aprenentatge”, és a dir, diverses versions de “multimèdia”. Pel que fa als museus, els seus estudis, dispersos i habitualment limitats a la difusió interna, es centren en aspectes museològics, de qualitat de funcionament dels dispositius, confort o de satisfacció per part del públic i no pas en allò que veritablement interessa, que són els beneficis afectius i educatius (Podgorny, 2004: 4). Un altre àmbit de recerca, molt actiu i complex des del punt de vista bibliogràfic, és el de l’enginyeria computacional o el disseny gràfic. Estimulats per la necessitat de crear interfícies ergonòmiques i competitives, fa anys que realitzen estudis avaluatius, però estan més exclusivament centrats en qüestions com ara la usabilitat de la interfície, la presència, o la cognició i la percepció al nivell més bàsic.

Només recentment, a mesura que la RV ha anat guanyant protagonisme en l’esfera pública, s’han començat a realitzar estudis des d’altres àmbits –principalment, universitats, altres institucions públiques o estatals i, més recentment, xarxes d’excel·lència com EPOCH–, que es caracteritzen per l’adopció una perspectiva més interdisciplinària, generalment basada en els postulats constructivistes i/o més focalitzada en l’ús de les TIC als museus. Tanmateix, en la majoria d’avaluacions, com que les tecnologies són tan noves, encara es fan servir metodologies quantitatives, pròpies del paradigma anterior –temps d’estada en un dispositiu, recorreguts o nivell d’interactivitat, – que, a més, són fàcils de mesurar en un ordinador (Podgorny, 2004: 4). Només els estudis que es centren en la dimensió socio-espacial adopten una perspectiva integradora i una metodologia qualitativa. Malgrat tot i això, els he inclosos tots en aquest treball de recerca perquè cal una base empírica el més àmplia possible que ofereixi un primer suport o contrastació per a la reflexió anterior. I això comporta un altre problema: tot sovint els resultats dels estudis dedicats a una mateixa problemàtica arriben a conclusions contradictòries. Per no entrar ara en detalls, podem dir que això és degut al fet que s’està “atacant” la qüestió des de perspectives diferents –museologia, cognició, tecnologia, pedagogia, arqueologia– i això provoca que s’analitzin factors diferents situats a nivells diferents. Així doncs, per poder aprofundir en el procés específic que ens ocupa, caldrà extrapolar els resultats de les avaluacions recollides –malgrat que no coincideixin amb la meua situació concreta o siguin aparentment contradictoris– perquè constitueixen una altra aportació al marc teòric i també una primera base sobre la qual assentar avaluacions posteriors dissenyades, aquest cop sí, per comprovar específicament les reflexions plantejades en aquest segon volum.

Des del punt de vista més general, els estudis sobre l’ús de l’ordinador en el medi educatiu (formal) posseeixen una llarga tradició i han emfasitzat el seu rol com a “meta-mitjà”, perquè pot expressar, manipular i combinar qualsevol tipus de símbol –lingüístic, icònic, sonor, matemàtic, cinètic, etc.– emprat per altres mitjans (Barberà i Monereo, 2002: 309). Això significa que, a diferència d’altres recursos educatius, l’ordinador reuneix una sèrie de característiques susceptibles de modificar qualitativament el procés d’aprenentatge (Barberà i Monereo, 2002: 310):

- Actua com a traductor simbòlic perquè pot representar una mateixa informació de diferents maneres, amb la qual cosa ajuda els/les alumnes a elaborar més fàcilment les seves representacions sobre uns continguts concrets.

- Explicita els processos cognitius interns, tant els que es produeixen dins la màquina com els que realitza l'alumne/a durant la comunicació amb l'ordinador, de manera que aquest pot "percebre" com pensa el primer i adaptar-s'hi mitjançant els programes d'I. A.
- També presenta una gran versatilitat a l'hora d'afavorir diferents tipus d'interaccions: entre la màquina i l'alumne o bé entre alumnes dins i fora del Ciberespai (tot i que aquest darrer comporta més dificultats).
- En un nivell més concret i que toca de ple la RV, pot simular fenòmens reals i ajudar en la comprensió del món, la presa de decisions i l'autoavaluació.

Marqués [(Marqués, 1995), citat a (Cabero, 1999: 194)] amplia aquest recompte i assenyala fins a nou funcions diferents que pot acomplir un ordinador dins un entorn educatiu: informativa, instructiva, motivadora, avaluadora, investigadora, expressiva, metalingüística, lúdica i innovadora. Tant aquesta enumeració com l'anterior són el resultat de l'observació i l'avaluació constant de l'ús de l'ordinador a l'aula però, mentre que abans s'emprava per aprendre únicament informàtica, amb l'arribada de les TIC s'han ampliat les seves possibilitats i pot servir com a vehicle per adquirir coneixements molt diversos, de tipus factual, procedimental o actitudinal. Elena Barberà i Carles Monereo han agrupat aquestes aplicacions en tres grans categories (Barberà i Monereo, 2002: 312-316):

- **Propostes basades en el model metacognitiu:** l'objectiu és que l'alumne entengui les fases del procés de resolució d'un problema aprofitant que l'ordinador les explicita. El model pot ser el propi ordinador, que actua seguint una programació d'I. A.; el/la professor/a o els/les companys/es, a partir d'un canó de projecció; o bé l'alumne/a, que s'encarregarà de "programar" l'ordinador perquè actuï com ho faria ell/a i d'aquesta manera comprovar la validesa dels seus raonaments o decisions.
- **Propostes basades en l'anàlisi i discussió metacognitiva:** s'aprofita la capacitat d'enregistrar les accions que duu a terme l'alumne/a durant la resolució d'un problema, la qual cosa permet analitzar els (propis) processos cognitius de decisió i regulació a posteriori o bé també mentre s'està realitzant la tasca a través de la cooperació en línia.
- **Propostes basades en la interrogació i autointerrogació metacognitives:** guia per regular externament l'execució de l'alumne/a durant una tasca i aconseguir que, progressivament, interioritzi els passos i els pugui aplicar autònomament en una altra situació semblant. Aquesta guia pot prendre diverses formes: l'ordinador pot fer aparèixer finestres de diàleg amb interrogants sobre les accions a realitzar en un punt concret, o bé és l'alumne/a qui interroga l'ordinador sobre un tema i ha de saber plantejar les preguntes adequades.

La RV se situaria en el primer o tercer grup d'aplicacions, en funció que adopti, respectivament, una forma més propera al model científic/simulador o bé més propera al Multimèdia.

Les avaluacions sobre aplicacions educatives de RV comencen als anys 90. El primer estudi sobre la influència de la RV en el desenvolupament de les habilitats cognitives va ser publicat el 1990 (Merickel, 1990) i tenia com a objectiu esbrinar si hi havia alguna correlació entre el realisme gràfic percebut i l'habilitat dels/de les nens/es per crear, manipular i emprar imatges mentals en la solució de problemes de tipus espacial. Per comprovar-ho es va dissenyar un experiment en què un grup d'alumnes d'una escola elemental de Califòrnia exploraven amb l'ajut d'un *HMD* i un *DataGlove* diferents entorns immersius creats per *AutoDesk*²¹³. Més endavant van començar a aparèixer les primeres avaluacions sobre l'ús de la RV per l'ensenyament, realitzades durant el 1991 pel *Human Interface Technology Laboratory* de la *State University* (Washington) amb els i les alumnes d'entre tretze i quinze anys d'un curs d'estiu a la *Technology Academy* de Seattle (Bricken i Byrne, 1993). L'objectiu d'aquests estudis era descriure les actituds envers la RV en comparació amb altres mitjans d'oci i també comprovar què aprenien sobre la RV a partir de l'accés lliure en grup a la tecnologia per construir un món virtual, tenint en compte que mai no havien sentit a parlar de la RV (Byrne, 1996: 5). L'estudi següent es va dur a terme a la *High School West Denton* de Newcastle el 1992 i aquell mateix any també es va realitzar un projecte en una escola de Nottingham per a alumnes amb greus dificultats d'aprenentatge.

El 1993 es van publicar dos treballs que ara resulten especialment interessants, cadascun per motius diferents. El primer correspon a una avaluació que pretenia comprovar el potencial de la RV per eliminar concepcions errònies o ajudar a comprendre millor conceptes poc intuïtius de la Física. Els resultats van demostrar que la capacitat de simular fenòmens que a la realitat seria impossible de reproduir permetia comprendre la intervenció de les diferents variables involucrades i alhora eliminar idees preconcebudes en relació amb la teoria de la relativitat especial [(Loftin, Engelberg *et al.*, 1993), citats a (Burdea i Coiffet, 1993: 308)]. Precisament, la possibilitat de reduir el nivell d'abstracció i de simplificar la multicausalitat és un argument poderós per justificar l'ús de la RV en l'ensenyament - aprenentatge de les disciplines històriques. El segon correspon a un informe de William Winn en què proposava una base conceptual –el constructivisme– per les aplicacions educatives de la RV (Winn, 1993). Aquesta publicació es va realitzar a la llum dels descobriments del moment en Psicologia cognitiva i, sobretot, en el marc de la recerca realitzada al *HITL* en relació amb la RV. Aquest laboratori havia estat pioner en la construcció de sistemes de simulació i, havent contribuït al progressiu desenvolupament de la tecnologia, es començava a preguntar per la seva utilitat a l'hora d'aprendre coneixement abstracte.

Així doncs, les primeres referències a l'aplicació educativa de la RV van publicar-se a principis dels anys 90 i es basaven en la concepció tecnològica derivada dels simuladors de vol, que ara començaven a sortir fora de l'àmbit militar i a impregnar progressivament les distintes capes sòcio - laborals a partir de l'acadèmia. Anteriorment, s'havien realitzat estudis, finançats pel govern dels EUA, que havien descobert que la RV era especialment efectiva en els exercicis de raonament espacial, com ara la confecció de mapes, el desenvolupament arquitectònic i l'entrenament per a maniobres de combat (Podgorny, 2004: 6). Progressivament, i davant els bons resultats obtinguts en aquestes aplicacions, es van començar a preguntar si la seva multisensorialitat també comportaria un avantatge de cara a l'aprenentatge de continguts abstractes (Fällman, Backman *et al.*, 1999; Furness, Winn *et al.*, 1998: 2). Per aquest

²¹³ Malauradament, no m'ha estat possible accedir a la publicació dels resultats.

motiu, els autors i autores dels articles apareguts en aquest primer moment (Bailey, 1994; Ferrington i Lodge, 1992; Hedberg i Alexander, 1994; Pantelidis, 1993)²¹⁴ expliquen què és la RV i reflexionen sobre les possibles aplicacions a l'aula i les seves implicacions pedagògiques, com per exemple (Ferrington i Lodge, 1992: 18-19; Hedberg i Alexander, 1994: 218-219): la transformació que suposa l'adquisició de coneixement per via multisensorial en lloc de verbal i abstracta; la importància de tenir un objectiu clar a l'hora d'emprar una simulació virtual; la necessitat o no d'establir un codi ètic; la possibilitat i utilitat d'integrar la dimensió social en els entorns virtuals, coneixent prèviament com es produeix l'aprenentatge en les comunitats virtuals; la relació entre la motivació i el context; la influència de les representacions múltiples; de les característiques de l'entorn en les diferents formes d'exploració; del realisme en la percepció sensorial, els processos cognitius i la motivació etc.

El *HITL* va seguir treballant intensament en aquest àmbit i va produir dues tesis doctorals, dedicades a avaluar la utilitat de la RV de cara a l'educació. En el primer cas, es tractava de comprovar l'efectivitat de la RV, associada al Constructivisme, en comparació amb els mitjans tradicionals d'ensenyament (Osberg, 1997). En el segon cas, es va fer un pas més enllà, per intentar descobrir quin eren els factors interns –les característiques de la RV– que contribuïen a aquest avantatge (Byrne, 1996). La següent fita és el *workshop* organitzat pel *HITL* durant els mesos de maig i juny de 1997 a Seattle, Washington i Loughborough (Furness, Winn *et al.*, 1998). L'objectiu d'aquesta trobada de persones relacionades amb la tecnologia, l'educació, la psicologia cognitiva i el canvi global era identificar les qüestions clau en l'ús de RVI per l'aprenentatge de conceptes científics complexos: de quina manera la RV pot contribuir específicament a ajudar els i les estudiants a comprendre més fàcilment les disciplines de coneixement complexos (Furness, Winn *et al.*, 1998: 2; Winn, 1997: 1) i és interessant ressenyar-lo perquè demostra la consolidació d'un interès generalitzat pel tema i la voluntat d'establir unes bases teòriques i metodològiques per emprar la RV amb finalitats educatives. En l'esborrany de treball presentat per William Winn (Winn, 1997: 2), organitzador del *workshop*, s'explicitava la necessitat d'identificar els atributs característics de la RV – l'autonomia, la immersivitat i la interacció– per situar-los com a variables independents en estudis experimentals.

El *workshop* també és interessant perquè es va escollir un tema que, al meu entendre, manté molts paral·lelismes amb l'Arqueologia i que, per aquesta raó, ens permet justificar l'ús de la RV en aquesta disciplina i extrapolar-hi algunes de les conclusions. El tema era el canvi global i es va triar, en primer lloc, perquè la millor manera d'avaluar l'efectivitat de la RV era emprar-la en dominis de coneixement en què els mètodes tradicionals s'havien revelat insuficients (Fällman, Backman *et al.*, 1999; Winn, 1997: 4). El canvi global és complex, com l'Arqueologia, perquè transcendeix i

²¹⁴ I altres. Per exemple, l' "Educational Media International" va publicar un número gairebé monogràfic sobre la RV, el 31 (4) de 1994 en què es parlava de promeses i expectatives, es plantejaven els aspectes rellevants que calia analitzar o bé es narraven situacions fictícies sobre possibles conseqüències negatives de la tecnologia dins els esquemes educatius tradicionals. En relació amb les expectatives, cito un fragment de l'article de Sandra Bailey (Bailey, 1994: 222), especialment interessant perquè es pot aplicar a l'Arqueologia i fa referència als museus virtuals tan aviat com el 1994. Diu "By creating virtual worlds, trainees will be able to experience actual historical events [...]. Instead of visiting an actual museum, one will be able to visit a virtual museum containing 3-dimensional images of the great works of art and sculpture. (In fact, Michael C. Carlos Museum at Emory University is creating a virtual museum in which visitors will be able to actually walk through the gallery and see, hear and touch objects of art that are not readily accessible.)"

uneix diferents disciplines (Winn, 1997: 4) i perquè conté fenòmens i objectes invisibles o poc intuïtius, treballa amb diferents escales espacials i temporals, etc. (Furness, Winn *et al.*, 1998: 14). Un altre motiu era que els i les especialistes empraven els ordinadors en la seva recerca, especialment, a l'hora de contrastar hipòtesis de tipus espacial i analitzar dades a diferents escales (Winn, 1997: 4) i sempre tenint en compte que no és la resposta definitiva sinó la millor que es pot obtenir segons un determinat marc teòric i de coneixement disponible (Furness, Winn *et al.*, 1998: 14). En això l'Arqueologia i el canvi global difereixen, perquè la primera encara s'associa a la Història de l'Art o el Patrimoni i, per tant, no fa servir l'ordinador amb finalitats científiques. Tanmateix, la meua aspiració en relació amb la RV és, precisament, que es faci servir de manera similar a disciplines com la Biologia o la Física, és a dir, com a model de comprovació d'hipòtesis. Una altra raó és que, a causa de la seva inherent complexitat interna i de la necessària simplificació realitzada pels mètodes d'ensenyament tradicionals, les persones han integrat moltes concepcions errònies que són difícils d'eliminar, però potser és possible a través de l'impacte produït per un aprenentatge immersiu i interactiu (Furness, Winn *et al.*, 1998: 15; Winn, 1997: 5). Finalment, La darrera publicació que retindré en aquest repàs de les primeres avaluacions de la RV és l'informe de Christine Youngblut, realitzat el 1998, en què es pot constatar l'inici d'una certa maduresa perquè el seu objectiu era presentar un estat de la qüestió pel que fa als estudis sobre l'efectivitat educativa de la RV (Youngblut, 1998).

Evidentment, aquesta maduresa només es podia produir en l'àmbit nord-americà, que havia estat pioner en el desenvolupament tecnològic de la RV i, per tant, portava avantatge en les reflexions sobre aquesta tecnologia: els diferents informes produïts pel *HITL* (Furness, Winn *et al.*, 1998; Winn, 1993; 1997; Youngblut, 1998), que està considerat el bressol de les aplicacions educatives de la RV (Mantovani, 2001: 217), demostren que fa deu anys ja es plantejaven qüestions que ara tornem a descobrir, per exemple, en aquest treball de recerca, en què, de manera independent –els he llegit quan els capítols ja havien estat redactats i corregits– he tornat a proposar les mateixes preguntes i punts de vista i a les quals intentaré donar resposta seguidament, a partir de les avaluacions realitzades en el marc de recerques doctorals, presentades en congressos o publicades en les principals revistes d'educació i tecnologia consultades. Quina és la causa d'aquest fet? Crec que la raó fonamental que no hagi accedit a aquestes publicacions –ni a les recerques més específiques de Maria Roussou– fins al final del procés de redacció de la tesi, creient fins llavors que no hi havia cap interès generalitzat per l'ús educatiu de la RV o cap projecte similar al meu, és que si bé estan publicats o són accessibles a través de la *WWW*, han quedat restringits a l'àmbit de les computadores i no han transcendit a les revistes o publicacions de pedagogia o museus, demostrant un cop més la gran cesura que encara separa el món científic - tècnic i el de les Humanitats.

Finalment, m'agradaria remarcar que el treball de Winn és una aportació teòrica pionera –sobretot per l'enfocament pedagògic que adopta– però també és interessant, juntament amb el *workshop* organitzat pel *HITL*, les tesis de Kimberley Osberg i Christine Byrne, i la tesina de Joi Podgorny (Podgorny, 2004), perquè es plantegen les mateixes qüestions –sobretot el *workshop*– i la seva estructura metodològica i, per consegüent, formal són molt semblants a l'adoptada en el present projecte de recerca²¹⁵.

²¹⁵ En el cas de la tesi d'Osberg, com que el seu veritable objectiu és l'avaluació, totes les consideracions teòriques són molt superficials. I en el cas de l'article de Joi Podgorny, la part teòrica correspon a un estat

Per aquesta raó, confirmen, fins a cert punt, la seva validesa. Comencen amb una definició de RV, després descriuen les teories de l'aprenentatge, seguidament examinen les característiques específiques del domini de coneixement –en el cas del *workshop*– o bé presenten les dades proporcionades per la Psicologia cognitiva sobre el pensament visual –en el cas d'Osberg, que també fa una breu referència a la semiòtica– i llavors analitzen la naturalesa de la confluència entre els diferents sectors per (Winn, 1993: 1) extreure conclusions sobre la bondat d'ajust entre ells. Les novetats del present treball respecte d'aquestes primeres aportacions són les següents: que té un abast més ampli, adopta un enfocament més crític i un marc més general i comprensiu que el constructivista: el semiòtic.

II.5.3.3.6.2. Estudis sobre variables lligades a la persona

II.5.3.3.6.2.1. Aspectes emocionals i actitudinals

Un dels elements essencials de l'entorn educatiu informal i també dels entorns multimèdia o virtuals és el control sobre el propi aprenentatge. Per determinar l'efecte real d'aquesta variable sobre els resultats finals de l'aprenentatge –que s'havien detallat en quatre categories més concretes– es va realitzar un estudi amb alumnes de secundària d'una escola de Taiwan (Chou i Liu, 2005). L'experiment va consistir en separar dos grups, un que treballaria en un *CALE* (*Computer Assisted Learning Environment*) i un que seguiria els mètodes d'ensenyament habituals. Els resultats dels qüestionaris van portar a concloure que el *CALE* permetia un major control del propi aprenentatge, cosa que l'estudiant identificava amb una major eficàcia a l'hora de realitzar les tasques amb l'ordinador. Per aquest motiu estaven més satisfets/es i es generava un clima d'aprenentatge superior al del sistema normal. La conseqüència era que fins i tot els sistemes d'avaluació tipus examen evidenciaven millors resultats d'aprenentatge en el cas del *CALE* que no pas amb els mètodes tradicionals (Chou i Liu, 2005).

Un factor molt lligat al control del propi aprenentatge i decisiu pels resultats finals és la motivació. Aquest terme es refereix, com ja vèiem a l'apartat corresponent de les "Variables lligades a la tasca" a l'estimulació de l'interès mentre s'està duent a terme una tasca. Aquesta atracció es pot aconseguir de diverses maneres, però sobretot quan s'estimulen diversos sentits i quan la informació obtinguda es pot relacionar amb una experiència o informació passada (Koester, 1993: 23). Les escoles que han implementat la tecnologia multimèdia han obtingut resultats molt positius pel que fa a motivació, retenció, rapidesa d'aprenentatge, autoestima i interès que, precisament, són algunes de les raons adduïdes quan es tractava del fracàs de l'ensenyament tradicional [(McCarthy, 1989), citat a (Koester, 1993: 24)]. Més concretament, s'ha pogut demostrar que les persones amb dificultats d'aprenentatge acollien amb entusiasme el nou sistema tecnològic d'ensenyament per raons que transcendien la novetat i que es podien relacionar amb el fet que associaven els ordinadors als jocs i això els portava a enfocar la tasca d'una manera més competitiva [(Neuman, 1989), citat a (Durlach i Mavor, 1995: 107)]. Una altra causa és la proposada per Kimberley Osberg, segons la qual la motivació es produeix perquè la possibilitat d'entrar en un entorn envoltant i interactuar amb ell situava la persona en el centre de l'aplicació, és a dir, que li permetia

de la qüestió de l'ús de la tecnologia als museus, que també jo vaig presentar, de manera molt superficial, en una fase anterior del meu projecte de recerca (Pujol, 2002a).

experimentar o adquirir el coneixement en primera persona i això produeix una implicació i, conseqüentment, un impacte cognitiu major (Osberg, 1997: 122).

Diversos estudis citats per Nathaniel I. Durlach i Anne S. Mavor [(Coldevin, 1993; Coombs, 1993; Dubriel, 1993; Morrison, McClure *et al.*, 1993), citats a (Durlach i Mavor, 1995: 107)] han contribuït a consolidar la idea que:

“... the computer appears to empower students who are otherwise educationally disadvantaged. The promise of VE is that its effects should be stronger than those of other computer-based instructional facilities. For example, students with physical handicaps could be given experiences via VE that they otherwise could not have. [...] Finally, VE might be an ideal means for simulating certain types of experiences for which there are emotional, political or economic barriers.”

Tanmateix cal ser prudent perquè, com ja havia anticipat anteriorment, un excés de fascinació pot comportar una exploració a un ritme massa ràpid i atzarós com perquè hi pugui haver una comprensió acceptable de les informacions. Això és precisament el que va comprovar l'equip que ha dissenyat el Castell de Mur Virtual durant una experiència amb alumnes d'ESO i de segon de Batxillerat de l'I. E. S. Eugeni d'Ors de Vilafranca del Penedès (Biosca, Cantarell *et al.*, 2002: 109).

Un dels estudis realitzats a l'entorn formal d'aprenentatge que més informació ens aporten sobre les actituds envers la RV és el que van realitzar Meredith Bricken i Christine M. Byrne (Bricken i Byrne, 1993) del *HITL* i que he esmentat a la introducció com un dels pioners en l'àmbit de l'avaluació de l'aprenentatge amb RV. Les conclusions d'aquest treball van ser obtingudes a través de tres fonts: l'enregistrament de les activitats dels alumnes i les observacions informals, que van proporcionar informació sobre les actituds i els intercanvis socials; i, en tercer lloc, uns qüestionaris, que van permetre de mesurar el nivell de satisfacció. Les catorze hores de gravació en vídeo recollien les activitats de cada grup d'alumnes situat al voltant d'un monitor. Tots i totes estaven molt concentrats/des i alhora entusiasmats/des, malgrat que aquesta actitud generava dues menes de comportament: els/les que s'associaven amb un estil d'aprenentatge més cinestèsic parlaven, feien els sons que mancava a la simulació, s'inclinaven cap a la pantalla o es movien al voltant d'ella; els/les més introvertits/des, s'ho miraven en silenci, molt atentament, i després es van queixar que els sorolls del voltant els havien distret (Bricken i Byrne, 1993: 208).

La següent font d'informació van ser les preguntes escrites sobre el nivell de satisfacció relacionat amb l'experiència i l'actitud envers la RV. Els/les 59 alumnes van expressar amb puntuacions molt altes que l'experiència els havia encantat, que la preferien a mirar la televisió i a jugar amb videojocs (Bricken i Byrne, 1993: 211) i que la consideraven una eina adequada per aprendre (Bricken i Byrne, 1993: 212). L'avaluació conduïda al *Computer Museum* de Boston sobre el potencial educatiu de la RV –entesa com a simulació de la realitat– al museu també mostrava resultats molt similars en aquest sentit: les persones preferien espontàniament aprendre a través de la interactivitat, de l'experiència, que no pas de la lectura de descripcions verbals, un recurs també disponible a la sala que quedava sistemàticament marginat (Pimentel i Teixeira, 1995: 232). El principal problema observat era sempre familiaritzar-se amb el funcionament dels entorns virtuals: les persones trigaven entre cinc i deu minuts per comprendre les regles de navegació i alhora comprendre quin era l'objectiu de la

simulació (Pimentel i Teixeira, 1995: 232). Com que això pot acabar desencoratjant els/les visitants, es va optar per simplificar la situació i posar explicacions d'àudio (Pimentel i Teixeira, 1995: 232).

També es va comprovar que, com més interactiva i immersiva era l'experiència, millor; però que hi havia una certa frustració amb les eines de modelització de la qual no es va poder determinar exactament la causa (Bricken i Byrne, 1993: 211). Allò que més els agradava era poder volar, agafar objectes i viatjar a qualsevol lloc sense moure's; en contrapartida es mostraven insatisfets/es amb les limitacions tecnològiques de la interfície i la manca de realisme en la interacció (Bricken i Byrne, 1993: 213). Això mateix van expressar els estudiants de l'estudi de Kimberley Osberg: les tres respostes més habituals eren experimentar l'entorn, construir-lo o bé totes dues coses (Osberg, 1997: 120). Crec que aquests resultats confirmen una percepció generalitzada de la RV: allò que més atrau és la possibilitat de transcendir el temps i l'espai, i s'ha de poder acomplir amb el major realisme, és a dir, que ha de ser una simulació o, més exactament, una substitució "perfecta" de la realitat. La RV apel·la a la imaginació i al sentit de l'aventura perquè permet no només dibuixar sinó animar móns inventats, de manera que supera la creació de representacions estàtiques (Bricken i Byrne, 1993: 214). Aquest avantatge en relació amb la motivació pot comportar problemes de cara a l'ús de la RV com a model científic si el públic s'ha creat una imatge excessivament lúdica i optimista sobre les possibilitats de realisme de la tecnologia.

Per altra banda, alguns autors (Lee, Park *et al.*, 2005: 1) afirmen que no és segur que el realisme sigui totalment positiu des del punt de vista estrictament cognitiu –és a dir, sense tenir en compte els seus efectes sobre la motivació– perquè pot distreure la persona i impedir-li centrar-se en els continguts, que és el realment important²¹⁶. Però, fins i tot en el cas de la motivació, s'ha pogut observar, en entorns col·laboratius, que el realisme tampoc no és una condició imprescindible perquè els grups d'estudiants es podien estar durant molt de temps davant de l'ordinador, explorant conjuntament –en el mateix lloc físic i remotament– l'entorn virtual per extreure'n coneixement i completar amb èxit el repte sense mostrar cap mena de cansament o avorriment (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 377, 379). Els autors atribueixen aquest èxit a la capacitat de la tecnologia de generar "presència virtual", és a dir, de crear un entorn virtual en què s'emfatitza la dimensió social de l'aprenentatge actiu (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 377). Després d'haver observat les actituds dels i les estudiants durant l'activitat i d'haver-los entrevistat, la conclusió de l'equip investigador és que (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 379):

"... the overall graphic concept does not make much of a difference for the users: activities are far more important than that. Nonetheless, relating the graphic concept to the subject [...] is more effective. In addition, if possible, putting in the environment a hint to the real world is a powerful means to create a magic "aura". Eirpean students were fascinated by the idea that they were "in Jerusalem", although the reproduction of the Israel Museum was very schematic. In other words, realism is not the key, while suggestion seems to play a major role into introducing users to the experience's subject."

²¹⁶ En aquest sentit, Kimberley Osberg va comprovar que, a l'hora de construir els seus ecosistemes i verificar-ne el funcionament, els/les estudiants treballaven més fàcilment i comprenien millor les relacions de causa - efecte amb representacions simplificades que no pas altament realistes, i això era degut probablement a les seves limitacions de memòria i capacitat de processament (Osberg, 1997: 125).

Per tant, la reconstrucció de l'espai real es fa més per al·lusió que no pas mitjançant una reproducció realista, explícita, i, per tant, es busca un efecte més proper al del teatre que al de les pel·lícules, en què la il·lusió és més important que el realisme i l'emoció més que la racionalitat (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 380). I això és degut al fet que la presència física real és molt difícil d'aconseguir perquè sempre hi ha la interfície que s'interposa i, per tant, es tracta més aviat d'una "presència virtual", la sensació de trobar-se en un altre espai diferent a l'entorn físic actual però igualment real. Aquesta és la causa del poder motivador de la realitat virtual i el resultat és que, juntament amb el fet que l'entorn estava pensat per generar coneixement a través de l'exploració interactiva, els estudiants van aprendre, van conèixer la seva actitud envers les disciplines de referència –Història, Religió, Art, Sociologia– van augmentar la seva motivació en les activitats escolars perquè s'hi sentien més involucrats (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 382).

També s'han dut a terme alguns estudis en l'àmbit dels museus que ens informen sobre l'efecte de la motivació en l'aprenentatge i, més concretament, del paper que hi juga la interactivitat. Un equip de la Universitat d'Illinois a Chicago va dur a terme el "*NICE project*", un entorn immersiu multiusuari basat en les idees constructivistes sobre la narrativa i la col·laboració en el procés d'aprenentatge (Johnson, Roussou *et al.*, 1998). Posteriorment, van dur a terme un estudi per comprovar la seva eficàcia com a eina d'aprenentatge a través de la interacció social. El 1997 van observar un total de 52 infants entre 6 i 10 anys d'edat que, prèviament, havien completat un qüestionari i uns mapes conceptuals per comprovar la seva capacitat de dur a terme els seus plans i orientar-se en un entorn virtual (Johnson, Roussou *et al.*, 1998: 182). Després se'ls va separar en grups de quatre nens/es en què un actuava com a líder o coordinador de la tasca a través d'un avatar. L'experiment consistia en situar els grups de dos en dos en sengles entorns virtuals i observar el seu comportament a l'hora de col·laborar per mantenir un jardí similar a aquell planificat prèviament per ells/es mateixos/es. També hi participava un professor des d'un tercer *CAVE* i la seva representació virtual guiava els/les alumnes en la realització de la tasca (Johnson, Roussou *et al.*, 1998: 183).

Després d'uns 40 min d'activitat en els *CAVE*, es van recollir dades a partir d'entrevistes, dibuixos i redaccions. Els resultats van evidenciar, en primer lloc, la gran capacitat d'atracció de la implementació, ja que després de múltiples sessions i hores de participació, encara estaven motivats a continuar amb la tasca (Johnson, Roussou *et al.*, 1998: 182). Per altra banda, es va comprovar que la comprensió era una funció directa del nivell d'interactivitat: com més involucrats estaven en la tasca –principalment, els líders–, millors eren les seves respostes en els qüestionaris (Johnson, Roussou *et al.*, 1998: 182). De totes maneres, cal prendre aquesta afirmació de manera provisional perquè pot això no significa que la interactivitat tota sola proporcioni sempre experiències significatives: tal com han demostrat altres estudis de públic, l'efectivitat educativa està estretament relacionada amb la interacció amb d'altres usuaris, l'existència d'un objectiu clar que estimuli la motivació (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005a) i, en el cas concret del *NICE Project*, també podria ser que la immersivitat o el realisme hi haguessin aportat alguna influència.

El darrer estudi a comentar en aquest apartat és el realitzat per Joi Podgorny dins el marc dels seus estudis de postgrau. El seu projecte consistia en dissenyar i implementar una aplicació de RV per al *SciTech Hands-on Museum*, un petit museu per a infants

situat a Aurora, Illinois, i avaluar la seva efectivitat en relació amb el nivell d'atracció (Podgorny, 2004: 8). Aquesta aplicació anava destinada a la sala de RV –un espai per a no més de quinze persones en el qual un/a “guia” realitza i explica la visita dins els diferents models tridimensionals navegables projectats (Podgorny, 2004: 11)– i consistia estava formada per diferents mòduls independents: una reconstrucció de l'observatori astronòmic d'*Apache Point*; una representació de les imatges obtingudes més recentment en el programa americà de confecció d'un mapa de l'univers (SDSS); i, finalment, diferents models planetaris de la Terra i de Mart (Podgorny, 2004: 12). El procediment inicial de recerca en relació amb el nivell de captivament era el següent: en primer lloc, identificar els indicadors visibles de l'element analitzat en relació amb els cinc aspectes analítics del model de Lewin –tècnic, orientació, afectiu, cognitiu i pedagògic (Lewin, 1995)– per, en segon lloc, descobrir quins factors els determinen (Podgorny, 2004: 12). Però després d'una primera observació es va adonar que la major part dels indicadors es situaven dins la categoria afectiva (Podgorny, 2004: 15) i es podien separar entre físics / verbals i més o menys actius. Dins els indicadors físics de captivament hi havia el moviment dels ulls i del cos seguint els de la pantalla, assenyalar la pantalla, somriure, riure i aixecar la mà per fer una pregunta; dins els verbals hi havia la formulació de preguntes i els comentaris sobre qüestions més o menys relacionades amb la projecció (Podgorny, 2004: 17). En canvi, els indicadors verbals i físics de distracció eren, respectivament, parlar d'una altra cosa, i badallar, moure's a la cadira o parar atenció a qualsevol altre element de la sala (Podgorny, 2004: 19).

L'investigador va observar 14 projeccions de RV, la qual cosa implicava 90 visitants: 64 infants i 26 adults i adultes. També va entrevistar 10 d'aquests grups, que representaven un total de 59 persones (Podgorny, 2004: 13). Durant aquestes sessions de recollida de dades va comprovar l'existència de diferents factors lligats als indicadors, que proporcionen una primera bateria d'hipòtesis per a futures recerques ja que, com que l'estudi tenia una naturalesa exploratòria i no pas experimental, no es poden considerar conclusions definitives i generalitzables sobre la qüestió (Podgorny, 2004: 20). Els factors que influeixen en el captivament dels i les visitants són els següents (Podgorny, 2004: 21-27):

- Educador/a: era un dels elements més importants i estava més relacionat amb el seu grau de confiança, que no pas amb el coneixement efectiu del tema, tot i que aquest darrer influïa directament en l'actuació com a animador/a. Això significa que el més important era saber presentar una certa quantitat d'informació de manera atractiva, estimulants la participació del públic, en comptes d'oferir una conferència molt profunda sobre astronomia.
- Capacitat de relacionar amb el coneixement anterior: segons el constructivisme és una de les necessitats fonamentals de qualsevol tipus d'aprenentatge i en aquest cas es va poder comprovar que quan el tema els era totalment desconegut, era molt més fàcil que perdessin la concentració.
- Temps: el temps per aconseguir un nivell òptim de captivament es situava al voltant dels dos minuts. Per sobre, els/les visitants es cansaven i per sota estaven atents però no s'involucraven especialment en l'activitat.

- Composició demogràfica: els infants es distreuen i distreuen més fàcilment el grup que els adults.
- Contingut: si el contingut es reconeix de seguida, les persones s'involucren instantàniament en l'activitat.
- Presència de moviment a la pantalla: el moviment localitzat o dirigit aconseguia retenir l'interès dels visitants més que no pas el moviment continu.
- Control dels pares i mares sobre l'actitud dels fills/es: els/les progenitors/es jugaven un paper important en el captivament de la canalla, tant de manera positiva com negativa, perquè els reexplicaven les paraules de l'educador/a o bé els renyaven si no estaven atents. Però també succeïa que els admonestaven si es mostraven excessivament actius i eren susceptibles de molestar la resta del grup. El problema d'aquesta darrera situació era que llavors els nens i nenes adoptaven una actitud de captivament passiu.
- Contingut del mòdul: una de les aplicacions va obtenir els nivells màxims de captivament en comparació amb la resta i això era degut a les seves característiques específiques (durada més llarga, apel·lava al coneixement previ, era veritablement interactiva i s'associava amb un videojoc).

En canvi, els factors que aparentment no afectaven el nivell de captivament eren el gènere, el moment del dia, la mida del grup i la presentació d'informació errònia (Podgorny, 2004: 27).

Aquest estudi va detectar un seguit de comportaments recurrents que variaven en funció de les condicions, la qual cosa significa que es poden emprar com a indicadors de la variable analitzada –el captivament– dins una futura i necessària aproximació de tipus experimental.

II.5.3.3.6.2.2. Habilitats cognitives específiques

Segons afirma Simon James referint-se al llenguatge visual del museu i, més concretament, a la funció dels diorames, l'avantatge de les imatges és que posseeixen un impacte instantani amb un esforç conscient mínim i, a més, no estan limitades per les habilitats cognitives individuals, per exemple en relació amb el llenguatge, el vocabulari, etc. (James, 1999: 121). Aquesta idea ja havia aparegut en parlar de la memòria i s'ha confirmat a través de nombrosos estudis, que han evidenciat que el cervell treballa millor amb imatges –ho fa cada dia i ho ha après des del naixement– que no pas amb representacions abstractes de la realitat (Helsel, 1992: 42).

El potencial de les imatges es va demostrar també en un estudi realitzat per la Universitat de Melbourne (Vincent, 2001), que també ens serveix per confirmar la utilitat de la RV en el context dels diferents estils d'aprenentatge esmentats a l'apartat "Què són les habilitats cognitives?". Aquesta avaluació es va dur a terme amb un grup molt petit d'alumnes –i, per tant, estadísticament poc significatiu– d'entre 10 i 11 anys, caracteritzats/des pel fet de tenir un estil d'aprenentatge visual molt marcat i que, per aquest motiu, tenien dificultats amb les assignatures lingüístiques. Durant un temps

se'ls/se les va encoratjar a realitzar exercicis relacionats amb l'expressió escrita però mitjançant un entorn computacional visualment molt ric (Vincent, 2001: 242). Després es va mesurar el nombre i la complexitat d'elements escrits: havia augmentat de manera notable la seva capacitat global i, molt especialment, el repàs del text i la capacitat de detectar les paraules mal escrites (Vincent, 2001: 248). Tenint en compte els resultats que obtenien habitualment a l'escola, es va arribar a la conclusió que no era cert que aquests/es alumnes no posseïssin les habilitats lingüístiques, sinó que no podien desenvolupar-les perquè el sistema tradicional no s'adequava al seu estil particular d'aprenentatge (Vincent, 2001: 248).

Això mateix va expressar William Winn en un informe presentat al *HITL* que també servia com a primer esborrany per al *workshop* de Loughborough (Winn, 1997: 8), i és coherent amb les evidències provinents de l'àmbit de la Neuropsicologia²¹⁷, segons les quals tots dos hemisferis participen en l'activitat lingüística, però l'activitat visual es situa a l'hemisferi dret del cervell, que és el sintetitzador de totes les activitats cerebrals. Per tant, les persones que depenen molt d'aquesta part i, per tant, que poden tenir dificultats a l'hora de processar informacions purament lingüístiques, sortirien afavorits amb un sistema que les tradueix a un codi visual (Vincent, 2001: 249) –però tampoc no n'hi ha evidències indubtables (Youngblut, 1998: 99). En conclusió, aquest estudi demostra, a més del fet que el llenguatge icònic i verbal no són independents –els diferents centres del cervell poden complementar-se a l'hora de desenvolupar aquestes habilitats–, una previsió que ja havia realitzat William Winn, el 1997 (Winn, 1997: 9): la utilitat dels entorns virtuals per compensar, gràcies a la seva flexibilitat, els sistemes tradicionals d'ensenyament i satisfer les necessitats dels diferents estils cognitius i, molt especialment, del visual - espacial.

De totes maneres, també s'ha demostrat que l'aprenentatge del coneixement humà es realitza millor a través d'una combinació de text i imatge perquè bona part d'aquestes informacions són abstractes i el llenguatge verbal és qui millor les pot expressar. Com ja havia explicat en parlar de la “Semàntica de les imatges” en aquest mateix volum, el text i les imatges es complementen perquè eliminen les respectives ambigüïtat i polisèmia. Per altra banda, es reforcen mútuament perquè representen una mateixa informació però de dues maneres diferents, amb la qual cosa es produeix una redundància però no provoca avorriment perquè coincideix la semàntica però la sintaxi, l'aspecte formal, és diferent (Rodríguez Diéguez, 1978). Efectivament, els estudis realitzats a l'aula demostren que els resultats de l'aprenentatge són millors quan hi ha ambdós elements que quan només se'n presenta un, ja sigui text o imatge (Pozo, 2002: 284). En relació amb les TIC, els estudis cognitius han evidenciat que, efectivament, el Multimèdia ofereix l'oportunitat d'absorbir informació transmesa a través de diversos mitjans, en què cada estímul actua com a reforç del mateix missatge i no es redueix la motivació [(McCarthy, 1989: 27), citat a (Koester, 1993: 24)]. Però les tecnologies computacionals presentarien un altre avantatge: Andrea Zifferero (Zifferero, 1999) considera que, com més dinamisme, menys necessitat hi ha que el text recolzi la imatge. Els resultats dels estudis realitzats en una escola de Nottingham per a nens/es amb problemes greus d'aprenentatge va demostrar que la possibilitat de substituir els símbols estàtics per símbols associats a imatges interactives augmentava significativament la capacitat de retenció de coneixements [(A.D., 1992), citat a (Burdea i Coiffet, 1993: 308)]. En altres paraules, el dinamisme i, sobretot, la interactivitat, millorava la

²¹⁷ Vegeu l'article de Gyselinck *et al.* (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000) a l'apartat sobre forma i contingut.

comprensió i emmagatzematge dels coneixements. Hi tornaré en parlar dels estudis sobre les variables lligades a la tasca, perquè el potencial de les imatges es fa present a diferents nivells.

Tornant a l'aportació de la tecnologia des del punt de vista personal, d'ençà d'aquesta avaluació pionera duta a terme a Nottingham, s'han realitzat nombrosos estudis en l'entorn educatiu formal amb l'objectiu de descriure les repercussions cognitives dels ordinadors. Segons Elena Barberà i Carles Monereo, aquests efectes es poden agrupar en tres grans tipus (Barberà i Monereo, 2002: 311): compensació, amplificació i reconstrucció. En la compensació, la màquina actua com a "pròtesi cognitiva" perquè ella i la persona es reparteixen el treball de manera que cadascú assumeix aquella part que més s'adequa amb les seves habilitats (cognitives). Per exemple, l'ordinador pot suplir les limitacions de memòria operativa de l'usuari/ària i això permet que aquest/a es centri en altres aspectes més sofisticats, com ara les inferències, la planificació, etc. En l'amplificació, la màquina pot potenciar els sistemes receptius i expressius de l'ésser humà augmentant la seva velocitat, intensitat, precisió i flexibilitat (Barberà i Monereo, 2002: 311). En aquest sentit, molts/es alumnes de la *Technology Academy* de Seattle van expressar que allò que més els havia agradat era la possibilitat de utilitzar la RV constructivament per crear expressions del seu coneixement i imaginació (Bricken i Byrne, 1993: 216). La reconstrucció es refereix a la possibilitat de reconstruir noves habilitats a partir de les existents. L'ordinador actua com a "mediador metacognitiu" perquè explicita els propis processos cognitius, de manera que l'alumne/a elabora una imatge més realista d'ell/a mateix/a i pot avaluar, planificar i regular millor les seves accions mentals (Barberà i Monereo, 2002: 312). Aquesta era una de les principals funcions de la RV com a model científic²¹⁸ i aquí quedaria confirmada, malgrat que no sabem quina mena d'aplicacions es van emprar en els estudis citats per Elena Barberà i Carles Monereo (Barberà i Monereo, 2002: 311).

Això demostra que la RV pot ser una eina creativa molt potent, però més relacionada amb les habilitats cognitives que no pas motores i també que no sempre és cert que les imatges facin minvar la imaginació; tot depèn de la finalitat de la tecnologia. És cert que s'ha demostrat una correlació inversa entre el temps de televisió i el nivell de creativitat i imaginació en el joc [(Van der Voort i Valkenburg, 1994), citat a (Calvert, 2002: 21)], però la RV no són simples imatges en moviment sinó que es tracta d'una eina interactiva, que pot permetre la creació artística d'infants i adults, amb l'afegit que després podran interactuar amb aquest món de ficció. A més, també s'ha comprovat que les situacions no estructurades estimulen la imaginació més que no pas les que ho són [(Van der Voort i Valkenburg, 1994), citat a (Calvert, 2002: 21)]: el Ciberespai és un entorn totalment flexible i virtualment infinit, amb la qual cosa augmenta la diferència entre els mitjans de comunicació basats en la simple observació d'imatges i la RV. La clau és entendre l'ordinador no com un substitut sinó com una eina que pot automatitzar alguns processos cognitius i això deixa, novament, major llibertat a la persona per dedicar-se als aspectes més reflexius (Barberà i Monereo, 2002: 311; Hedberg i Alexander, 1994: 217).

Per acabar d'aclarir aquesta qüestió –que tanmateix tornarà a sortir a l'apartat dedicat a les variables lligades a la tasca, quan em refereixi a l'estudi de Tammy Knipp (Knipp, 2003)– podem recórrer a l'estudi realitzat amb alumnes de secundària sobre el paper de

²¹⁸ Invocada als apartats sobre "La RV i les estratègies d'aprenentatge", "La RV i el paradigma reconstructiu" i "La RV i els processos bàsics que s'activen a l'exposició".

les TIC en el desenvolupament del pensament creatiu (Wheeler, Waite *et al.*, 2002). Partint de la premissa que a l'aula es desenvolupen tres grans models d'activitat – interacció social, solució de problemes i cognició creativa– i que en tots ells hi ha un component creatiu, es va dissenyar un test que integrés aquests tres models en la creació d'una pàgina *web* (Wheeler, Waite *et al.*, 2002: 369-370). Aquest procés implica la cooperació i coordinació entre alumnes; la reflexió individual sobre els continguts; el desenvolupament de les habilitats artístiques i l'expressió escrita; l'aprenentatge d'un programa informàtic; la solució de problemes per assolir els diferents objectius fixats en cada fase de la construcció de la pàgina; la diversificació dels interessos; i, finalment, la presentació pública de la pròpia feina (Wheeler, Waite *et al.*, 2002: 370-371). Després de la realització de l'activitat es van passar uns qüestionaris sobre l'experiència i es van analitzar estadísticament les respostes.

Els resultats obtinguts s'estenen a les diferents variables tingudes en compte en aquest treball. En primer lloc, l'activitat era respectuosa amb els diferents estils i ritmes d'aprenentatge individuals: la possibilitat de treballar en tasques directament o indirectament relacionades amb l'objectiu permetia que tots els/les alumnes –tant els/les més judiciosos/es i reflexius/ves, com els més extravertits/des– passessin la fase d'“incubació” necessària per les activitats creatives i assolissin un resultat satisfactori (Wheeler, Waite *et al.*, 2002: 373-374). En relació amb això, un altre aspecte positiu és que el procés d'ensenyament - aprenentatge no tenia com a motor el/la professor/a o un currículum rígidament estructurat, sinó que ho era el propi alumne i això li proporcionava sensació de control i el motivava a continuar amb la tasca (Wheeler, Waite *et al.*, 2002: 374). A més d'estimular la creativitat en diferents àmbits –literari, artístic, musical, etc.– i la capacitat de realitzar alhora diversos processos cognitius, aquesta diversificació de tasques també contribuïa a augmentar el temps total de reflexió sobre l'objectiu, amb l'avantatge que els/les alumnes no es cansaven o avorrien (Wheeler, Waite *et al.*, 2002: 373). Un altre avantatge del treball amb les TIC és que els/les alumnes van aprendre molt ràpidament a fer funcionar els programes i de seguida podien obtenir continguts i presentacions satisfactoris, independentment de les seves capacitats reals en aquella habilitat concreta (Wheeler, Waite *et al.*, 2002: 376). Això augmentava la seva confiança i autoestima, però també cal ser molt prudent perquè pot portar a una falsa percepció d'un/a mateix/a. L'estudi de Tammy Knipp és molt revelador en aquest sentit perquè demostrava que saber fer funcionar un programa de CAD no és sinònim de ser un bon artista (Knipp, 2003).

En conclusió, aquest estudi va confirmar que les TIC són un recurs educatiu com els altres, al servei d'un objectiu pedagògic i que contribuiran a augmentar o no la imaginació i la creativitat segons si el seu ús o disseny està dirigit o no a aquesta finalitat. Per exemple, l'estudi realitzat per comprovar els efectes cognitius, socials i físics dels ordinadors a l'aula no van mostrar cap diferència significativa quant a creativitat entre els/les alumnes que havien treballat amb ordinador i els/les que no (Trimmel i Bachmann, 2004). En aquest cas concret es va demostrar que la creativitat no és un conjunt de fases discretes, sinó una síntesi de la interacció social i la solució de problemes, catalitzades a través de la cognició creativa; i el seu desenvolupament només és possible dins un marc teòric educatiu proper al Constructivisme social. La qual cosa significa que cal substituir les concepcions i les pràctiques educatives més habituals, basades en un model de l'ensenyament - aprenentatge memorístic i receptiu, per un altre que doni cabuda a l'aprenentatge incidental, ja que aquest és molt més flexible i integrador.

II.5.3.3.6.2.3. Comportament social i personalitat

La importància creixent del Ciberespai en la nostra societat i les formes de comunicació que imposa han portat a especular sobre la possibilitat que els entorns virtuals siguin capaços de transformar les percepcions socials i personals de les usuàries i usuaris. En principi, se sap que els canvis en les actituds i les opinions es produeixen a través de les interaccions entre persones i que el contacte personal juga un paper fonamental en l'acceptació o rebuig d'innovacions en aquest sentit (Durlach i Mavor, 1995: 108). Fins i tot la pròpia valoració d'un/a mateix/a depèn de l'intercanvi diari de missatges més o menys conscient amb altres persones (Durlach i Mavor, 1995: 108). De totes maneres, la intervenció de les TIC a la societat és molt recent i falta temps i estudis dedicats a analitzar de quina manera els nous entorns comunicatius influeixen en les transaccions socials i en el modelatge de les persones.

En relació amb aquesta qüestió, la RV permet dos tipus de representació personal: en el cas de la RVI, som nosaltres mateixos/es els/les qui observem el món virtual i, per tant, podem dir que l'exploració del món es realitza en primera persona; en el *Desktop* es pot emprar aquest sistema però també és habitual treballar en segona persona, és a dir, que la persona està representada per un avatar que ella pot caracteritzar com més li agradi i que, per tant, contribueix a construir o a evidenciar la pròpia identitat (Calvert, 2002: 10). En Psicologia hi ha un debat històric sobre si la personalitat és una única entitat o bé està formada per múltiples facetes que es mostren en funció de la situació (Calvert, 2002: 14). Atès que una de les principals formes de mostrar la personalitat és a través del propi cos, la RV trenca definitivament aquesta definició física i permet una major flexibilitat en l'expressió o la construcció de la personalitat, a través d'entitats representatives simbòliques (Calvert, 2002: 15). Segons la teoria psicoanalítica de Jung, hi ha arquetipus personals, formats per la conjunció de diferents mesures en escales diverses, que apareixen de manera recurrent al llarg de la Història. Deixant de banda la causa d'aquest fet, és molt interessant remarcar el fet que els tipus de personatge que apareixen en els videojocs o en els diferents entorns del Ciberespai acostumen a reproduir espontàniament aquestes categories [(Turkle, 1995), citat a (Calvert, 2002: 15)]. La RV pot ajudar a explorar i desenvolupar aquestes personalitats, però també s'ha comprovat que la construcció o expressió d'un/a mateix/a a través d'aquestes entitats simbòliques pot comportar inconvenients, com ara la fugida de la pròpia personalitat – especialment freqüent i greu en l'adolescència –, la incorporació a la personalitat real d'elements negatius, o bé fer-se passar pel que no s'és amb intencions ambigües [(Mantovani, 1995; Turkle, 1995), citats a (Calvert, 2002: 15-16)].

Reprement els dos tipus de RV, la RV en segona persona és menys realista que el primer sistema perquè no hi ha contacte auditiu i visual directe, sinó que tot es fa a través d'intermediaris simbòlics, principalment imatge i text. Per això les persones s'hi impliquen menys, tendeixen a observar més i a quedar-se en les posicions centrals en què la majoria dels avatars acostumen a estar situats; en canvi, la RVI genera més ganes d'explorar i de crear espais nous amb els/les altres participants [(Schroeder, 1997), citat a (Calvert, 2002: 21)]. Aquesta és una evidència a favor de la capacitat de la RV (de tipus totalment immersiu) d'estimular les conductes prosocials (en relació a les altres persones presents al Ciberespai o bé que formen part del mateix grup que manipula la interfície amb un objectiu concret). La presència d'avatars també transforma la naturalesa de les interaccions socials perquè aquestes es fan visibles a través de les actituds i els atributs dels avatars (Calvert, 2002: 7). En aquest sentit, la RV exerciria un

paper com a eina transmissora de models de comportament social que, seguint la teoria cognitiva social de Bandura [(Bandura, 1997), citat a (Calvert, 2002: 8)] actuen a través de la observació i la interacció amb les altres persones en un entorn social. Els models poden contribuir a augmentar la probabilitat d'exercir conductes antisocials –desinhibició– o bé conductes socialment desitjables –facilitació– i sembla que els estudis centrats en els videojocs confirmarien, si més no, la tendència negativa (Calvert, 2002: 6; Durlach i Mavor, 1995: 109; Giró, 2003: 58). La teoria de Bandura també es refereix als conceptes d'eficàcia i control com a elements que regulen l'atenció, la retenció, la producció i la motivació, és a dir, tots aquells subprocessos fonamentals per l'aprenentatge. Els estudis de Schroeder demostrarien que els/les usuaris/àries experimentats que controlen els entorns virtuals incrementen significativament els paràmetres que acabo d'esmentar i obtenen millors puntuacions quan es mesuren els resultats de l'aprenentatge [(Schroeder, 1996), citat a (Calvert, 2002: 8)].

Però, com en tot, no s'ha d'abusar. Malgrat l'individualisme que caracteritza la filosofia occidental actual, les persones són éssers socials i necessiten el contacte amb altres membres de la seva espècie. Els estudis sobre Internet afirmen que, a mesura que augmenta l'ús continuat de la interfície computacional, disminueixen les interaccions cara a cara, i això produeix depressió, soledat i pèrdua de les habilitats socials –perquè deixen de practicar-se– [(Cooper, 1997), citat a (Calvert, 2002: 19)], amb la qual cosa augmenta la dependència respecte del Ciberespai i es pot arribar a la veritable addicció [(Schroeder, 1996; Turkle, 1995), citat a (Calvert, 2002: 19)]. Això no obstant, l'existència d'aquest entorn virtual de comunicacions pot ser de gran ajuda per les persones que viatgen molt i desitgen estar en contacte amb els seus familiars: en aquest cas es redueix l'angoixa i la soledat provocades per la llunyania (Calvert, 2002: 20). I també s'ha utilitzat com a teràpia dirigida a estudiants amb desordres de comportament perquè practiquin les habilitats socials [(Muscott i Gifford, 1994), citats a (Calvert, 2002: 19)]. És a dir, que els efectes positius o negatius de la RV depenen de la manera com les persones enfoquin aquest mitjà de comunicació.

Per altra banda, s'ha comprovat, a partir de la teoria de l'estimulació (Calvert, 2002: 9), que hi ha canvis que poden ser induïts situacionalment i no pas socialment. Un dels exemples més evidents és l'ús de la RV com a eina d'entrenament de pilots i astronautes, especialment, per tal d'aprendre a controlar la por i a actuar eficaçment en situacions de molta tensió. També s'ha demostrat que es poden induir accions totalment contràries a les instintives si la situació és ambigua –és a dir, que no es poden preveure exactament les lleis de comportament físic del món virtual– i la tria de la solució incorrecta no comporta conseqüències serioses [(Kidd, 1958), citat a (Durlach i Mavor, 1995: 109)]. Aquest mateix efecte s'aprofita en Psiquiatria per ajudar a eliminar fòbies a través de la RVI. Les grans millores tecnològiques dels darrers temps han permès aconseguir un nivell de realisme, ergonomia i interactivitat suficients per “enganyar” el sistema perceptiu humà i reproduir al laboratori les condicions de certs entorns, més o menys accessibles, amb l'avantatge afegit que es controlen totes les variables de comportament físic del món simulat (Tarr i Warren, 2002: 1089). D'aquesta manera es pot ajudar a millorar l'aprenentatge de nens i nenes discapacitats/des (Riva, Wiederhold *et al.*, 1998); a reduir la sensibilitat de les persones esquizofrèniques cap a les seves al·lucinacions (A.D., 2002); i a disminuir les fòbies, com ara la por a volar (North, North *et al.*, 1997), a les alçades (North, North *et al.*, 1998) o l'agorafòbia (North, North *et al.*, 1996).

II.5.3.3.6.2.4. Característiques de l'usuari/ària

Introducció

Els estudis sobre aprenentatge i sobre museografia insisteixen en la importància que juguen les característiques individuals en la manera com es perceben i s'integren les informacions provinents de l'entorn educatiu. He pogut recollir les publicacions d'alguns estudis sobre aquesta qüestió: el seu objectiu és determinar la relació entre algunes variables lligades a la persona –bàsicament edat, sexe, experiència prèvia i personalitat– i l'actitud envers les TIC o bé la facilitat per emprar-les com a eina d'aprenentatge.

Graham Shaw i Nigel Marlow van passar a cent estudiants universitaris de ciències un qüestionari dividit en quatre seccions per esbrinar, respectivament, la seva actitud envers les TIC, les seves preferències en relació amb els materials d'aprenentatge, els estils d'aprenentatge, les seves característiques demogràfiques –edat, sexe– i, finalment, l'experiència prèvia amb les TIC. Les anàlisis factorials i de variances van evidenciar, en primer lloc, un seguit de resultats interessants pel que fa a les actituds envers les TIC²¹⁹. L'estudi d' E. Vance Wilson, en canvi, anava dirigit a avaluar des de la perspectiva de les característiques individuals els avantatges i inconvenients dels *Computer Mediated Communication Systems (CMCS)* en relació amb l'ensenyament a distància i, més concretament, el suport als/a les estudiants de la carrera d'Enginyeria informàtica durant la realització de projectes de desenvolupament de *software* (Vance Wilson, 2000: 71). En aquest cas es van considerar que les característiques potencialment determinants eren de tres tipus: demogràfiques –edat i sexe–, associades a l'experiència –amb els ordinadors i en general amb els estudis– i associades a la personalitat. També he tingut en compte alguns resultats de l'avaluació de Meredith Bricken i Chris M. Byrne (Bricken i Byrne, 1993).

Personalitat / estil d'aprenentatge

En relació amb aquest aspecte, E. Vance Wilson va adoptar les quatre dimensions de Jung, que ja he explicat a l'apartat sobre la personalitat. Com ja comentava llavors, podria ser que les persones introvertides preferissin la comunicació a través de l'ordinador més que no pas la interacció cara a cara, i que les intuïtives passessin més temps davant d'un ordinador que no pas les que prefereixen confiar en els fets. Concretament, Wilson cita un estudi de Carey i Kacmar que demostra que les persones sensibles - reflexives es mostren més satisfetes amb la teleconferència que no pas les intuïtives - emotives, tot i que aquestes passen més temps davant la pantalla que les sensibles - reflexives [(Carey i Kacmar, 1997; Vance Wilson, 2000: 70)]. Els resultats de l'estudi de Vance Wilson van demostrar que les persones sensibles - reflexives feien servir els CMCS dues vegades més que les intuïtives - emotives, però no es va

²¹⁹ L'avantatge d'aquest estudi és que no agafa l'actitud com una entitat unidimensional, sinó com un conjunt de factors interrelacionats, i això permet discriminar millor els motius, és a dir, trobar explicacions als resultats. Així doncs, l'actitud envers les TIC com a eina d'aprenentatge depèn, per ordre de major a menor importància, del confort en l'ús –l'ergonomia–; el grau d'interactivitat que permet la màquina –en altres paraules, el realisme de la simulació–; el nivell de satisfacció personal; la valoració general de les noves tecnologies; l'experiència prèvia amb aquestes; i, finalment, el context en què s'apliquen (Shaw i Marlow, 1999: 228).

determinar clarament el motiu (Vance Wilson, 2000: 72, 74). És molt curiós que aquesta conclusió sigui totalment contrària a la que van assolir Graham Shaw i Nigel Marlow (Shaw i Marlow, 1999: 231-232), perquè en aquest cas eren les persones teòriques –assimilables a les sensibles / reflexives– les qui obtenien resultats negatius.

En el cas de Graham Shaw i Nigel Marlow, “estils d’aprenentatge” es refereix a quatre categories extremes a partir d’un qüestionari dissenyat per Kolb, que descriuen les diferents maneres d’adquirir coneixements, habilitats o actituds a través de l’estudi o l’experiència (Shaw i Marlow, 1999: 224):

- **Activistes:** s’entusiasmen per les novetats però aviat perden la paciència. Com millor aprenen és en situacions competitives perquè responen bé als reptes.
- **Reflexius/ves:** persones prudents, que consideren molt atentament les seves accions abans de prendre una decisió. Aprenen millor com més temps per preparar-se tenen.
- **Teòrics/ques:** consideren totes les alternatives i extreuen conclusions de les seves experiències. Normalment intenten enquadrar les seves observacions en un model teòric i són bons entenent problemes complexos.
- **Pragmàtics/ques:** els agrada experimentar noves situacions de seguida, i passen a l’acció sense reflexionar gaire. La situació d’aprenentatge més adequada per ells/es és aquella en què s’ha establert clarament la relació entre els mitjans i els resultats o bé la tasca comporta avantatges obvis.

Les definicions anteriors demostren que, en realitat, aquestes categories corresponen a una barreja entre la personalitat, les habilitats i els estils cognitius. Per exemple, el primer tipus correspondria a les persones extravertides de l’escala E o bé a les perceptives de l’escala de Jung o també a les impulsives, dins els estils cognitius. El segon tipus correspondria a la introversió, judici o també a la reflexió. I els/les teòrics/ques es podrien equiparar a una barreja entre persona sensible i reflexiva, mentre que els/les pragmàtics/ques es situarien més aviat dins els extravertits/ides, perceptius/ves i impulsius/ves.

En qualsevol cas, el resultat més evident obtingut per aquests dos autors va ser la relació (negativa) entre certs estils d’aprenentatge i la interactivitat i el context (Shaw i Marlow, 1999: 228): com més teòric/a era l’estudiant/a, menys li agradava l’ús de les TIC perquè el considerava impersonal i preferia sistemes d’ensenyament més tradicionals (Shaw i Marlow, 1999: 231-232). Com que no tinc prou elements per justificar aquesta contradicció entre es dos estudis, però molt probablement es deu al tipus d’anàlisi realitzada, valgui la potència estadística amb què apareixen els dos resultats per confirmar que hi ha un tipus molt concret de persones que no treballa a gust amb les TIC i, per tant, podria obtenir sistemàticament resultats negatius que no serien deguts a la seva capacitat sinó al sistema de contacte amb els continguts.

Experiència prèvia

El segon grup de variables evidencia el paper de l'experiència prèvia amb els ordinadors i l'aprenentatge en general. En el primer cas, com més familiaritzada està una persona amb les noves tecnologies millor hi treballa i mostra una actitud més positiva (Vance Wilson, 2000: 69). Aquesta constatació es va demostrar en el cas dels estudiants d'Informàtica (Vance Wilson, 2000: 73). Les anàlisis de Graham Shaw i Nigel Marlow també van mostrar una correlació positiva entre l'experiència anterior amb les TIC i la bona percepció o, inversament, com més gran era l'estudiant/a i menys contacte havia tingut amb els ordinadors, més malament els puntuava perquè li costava més automatitzar la manipulació de la interfície (Shaw i Marlow, 1999: 233). Vance Wilson també situava les capacitats acadèmiques generals en aquest apartat. *A priori*, es considera que la intel·ligència general hauria de ser extensible també a l'ús dels ordinadors com a eina de comunicació en un context d'aprenentatge (Vance Wilson, 2000: 70). I, efectivament, es va demostrar que les persones que obtenen bons resultats en les circumstàncies convencionals també tenen èxit amb els entorns virtuals d'aprenentatge, possiblement perquè aquest entorn actua simplement com una altra eina per recolzar els seus estudis i hi apliquen el mateix esforç que en altres activitats (Carey i Kacmar, 1997: 74).

Però els resultats més interessants i controvertits –com veurem en parlar dels continguts de la tasca– provenen de la comparació entre els resultats obtinguts per experts/tes i principiants en un domini de coneixement específic. Fa vuit anys, William Winn ja advertia, sobre la base d'alguns estudis de Psicologia cognitiva, sobre el problema que pot representar l'ús d'una aplicació experimental per part de persones no expertes en el tema, ja que es tracta d'una estratègia adequada per l'adquisició de coneixement avançat (Winn, 1997: 10). L'explicació és la següent. En primer lloc, cal dir que els/les primers/es trien amb major facilitat el tipus de representació més adequat per una tasca perquè posseeixen una concepció més global i aprofundida del domini de coneixement, mentre que els/les altres en tenen una visió més fragmentada i factual i només poden actuar sobre els aspectes superficials (Wood, 1999: 85). Per altra banda, especialistes de la Universitat Catòlica de Fu-Jen, a Taiwan, van demostrar en un estudi sobre els efectes del format de presentació i el coneixement previ, que aquest influïa significativament en l'aprenentatge de continguts tant procedimentals com factuais (Chan Lin, 2001: 416). L'estudi parteix de la constatació que les publicacions anteriors sobre aquesta qüestió no portaven a conclusions clares perquè, mentre uns resultats provaven que les simulacions poden contribuir a millorar l'aprenentatge de problemes físics en què intervenen variables espacials, altres demostraven exactament el contrari (Chan Lin, 2001: 411). Davant d'aquesta confusió, l'estudi de Chan Lin tenia tres objectius (Chan Lin, 2001: 412):

- Investigar els efectes sobre l'aprenentatge dels diferents formats de presentació: animació, gràfics estàtics i text.
- Comprovar si un mateix format és igualment efectiu per una persona entesa en un tema que per una que no ho és.
- Esbrinar si les diferents estratègies de presentació són adequades per l'ensenyament de continguts diferents.

Aquí només m'ocuparé del segon punt i tractaré els altres dos en l'apartat dedicat als continguts. Igual que en altres estudis similars, l'experiment va consistir en separar dos grans grups, expert/es i principiants, que treballaven continguts de tipus procedimental i declaratiu a través de gràfics estàtics, animacions i text (Chan Lin, 2001: 412). L'anàlisi estadística va demostrar que l'efecte del format només és significatiu en els/les principiants (Chan Lin, 2001: 416-417). Aquest resultat és coherent amb l'obtingut per altres autors/es, que havien comprovat que els/les estudiants amb menys coneixement d'un tema trobaven més dificultat en les animacions perquè havien d'invertir més esforç cognitiu en desxifrant el significat de la representació, mentre que en el cas de les expertes i experts, aquesta transformació era automàtica [(Mayer i Sims, 1994), citat a (Chan Lin, 2001: 412)]. La manca de significativitat en aquest grup s'explica pel fet que el coneixement previ compensa les diferències en els formats de presentació i llavors poden dedicar-se a altres qüestions cognitives més avançades; en canvi, els/les estudiants/es novells/es obtenien millors resultats amb els gràfics estàtics que no pas amb els altres dos formats de presentació perquè aquests els/les ajudaven a construir les seves representacions mentals (Chan Lin, 2001: 417).

Semblantment, un equip del Departament de Ciències Cognitives i Computacionals de la Universitat de Sussex va dur a terme un estudi (Otero, Rogers *et al.*, 2001) sobre l'efecte de la interactivitat en les representacions diagramàtiques dels estereogrames cristal·logràfics i va obtenir resultats que indicaven una influència dels coneixements previs de geometria i l'habilitat espacial dels subjectes. L'objectiu dels investigadors i investigadores que participaven en el projecte era comprovar si la possibilitat de manipular una representació tridimensional interactiva de conceptes geomètrics complexos ajudava a obtenir millors resultats en els tests perquè facilitava una operació que altrament hauria de realitzar-se mentalment (Otero, Rogers *et al.*, 2001: 2). Per comprovar-ho van separar 80 estudiants de geologia i matemàtiques en quatre grups que explorarien els conceptes geomètrics a través d'una unitat didàctica en sis passos, combinant text i imatges però emprant, respectivament, una de les quatre següents aplicacions: 2D, 2DI (interactiva), 3D i 3DI (Otero, Rogers *et al.*, 2001: 2). Perquè els grups fossin homogenis, van distribuir els/les estudiants en funció dels seus resultats en dos tests, un sobre coneixements de Geometria i un altre sobre habilitats espacials (Otero, Rogers *et al.*, 2001: 3). Això els va permetre d'observar que els geòlegs i les geòlogues treballaven millor amb el 2D que amb qualsevol altre sistema i que els resultats eren pitjors a mesura que s'avançava cap al 2DI, 3D i, finalment, 3DI; en canvi, els matemàtics i les matemàtiques treballaven millor amb el 3D i després, per ordre, amb el 2DI, 2D i, finalment, el 3DI (Otero, Rogers *et al.*, 2001: 4-5). Deixant de banda l'evident refutació de la hipòtesi sobre els avantatges de la interactivitat –a la qual em referiré en l'apartat dedicat a les variables lligades a la tasca quan arribi el moment de refutar els estudis sobre format i continguts, que afirmen que les simulacions són les millors transmissores de coneixement perquè són més intuïtives.–, es va demostrar que hi ha una relació entre el tipus d'aplicació efectiva i la capacitat d'entendre la tridimensionalitat: sembla que els/les estudiants de Matemàtiques feien servir els seus coneixements anteriors sobre geometria, normalment apresos amb mètodes tradicionals, però això no era suficient per obtenir millors resultats que els/les estudiants de Geologia, que no necessitaven el 3D perquè les seves habilitats espacials estaven més desenvolupades (Otero, Rogers *et al.*, 2001: 4-5).

El coneixement previ també influeix en la percepció del realisme de la simulació, que es considera un factor imprescindible per la credibilitat de l'instrument educatiu. Ja

hem vist en apartats anteriors la importància atorgada al realisme; en aquest cas, com que es tracta d'una simulació, d'una reconstrucció interactiva d'un fragment de la realitat, s'entén com a qualitat formal i funcional (Couture, 2004: 43). Un equip de la Universitat de Montreal va dur a terme una exploració qualitativa sobre aquest tema – eren només tretze estudiants universitaris que cursaven el seu primer any dins les carreres científiques– i va poder deduir, a partir dels comentaris realitzats pel grup de voluntaries/àries, que el nivell de contacte teòric i pràctic amb un tema determina la percepció del realisme i això posseeix efectes cognitius i actitudinals que són decisius per l'aprenentatge amb simulacions (Couture, 2004: 48).

Aquesta publicació s'inscriu en el marc d'altres estudis similars que han portat a resultats aparentment contradictoris. Per exemple, s'ha afirmat que el realisme màxim pot ser contraproduent pels estudiants amb pocs coneixements i que en aquest cas és millor treballar amb representacions simplificades dels objectes i els fenòmens [(Alessi, 1988), citat a (Couture, 2004: 45)]. Però també s'ha comprovat que, a mesura que una persona esdevé experta en un tema, menys necessitat hi ha que la representació sigui realista i pot operar amb nivells majors d'abstracció (Hedberg i Alexander, 1994: 218). Altres han arribat a la conclusió que la representació dels objectes pot ser realista però no pas la simulació dels fenòmens, perquè això dificulta la seva comprensió [(Hatzipanagos, 1997), citat a (Couture, 2004: 45)]. Crec que els resultats semblen oposats perquè s'hi estan barrejant factors diferents: una cosa és la comprensió intel·lectual i l'altra és la motivació, que el treball amb simulacions augmenta i també pot acabar portant a bons resultats en l'avaluació. Però, en qualsevol cas, aquests estudis aconsellen que es tingui en compte l'experiència prèvia dels usuaris o usuàries i, sobretot, que els objectius pedagògics es clarifiquin abans de començar a treballar amb la simulació (Couture, 2004: 48).

La qüestió del realisme també és rellevant perquè, moltes vegades, els problemes de l'aplicació al museu provenen de l'ergonomia de la reconstrucció i la interfície. Els enregistraments de Bricken i Byrne –als quals ja he fet al·lusió anteriorment– mostraven que, malgrat que els estudiants s'acomodaven molt ràpidament al sistema –amb variacions individuals–, els frustrava la poca resolució de les imatges i l'emballum del casc i els cables del *HMD*, que els privava d'una llibertat de moviment absoluta (Bricken i Byrne, 1993: 209). El *VenLab* (Tarr i Warren, 2002) podia analitzar el funcionament del sistema sensorial - motor i ajudar a curar algunes patologies perquè consistia en una simulació immersiva de grans dimensions espacials i dotada de dispositius molt moderns. Però aquest no és el cas de la majoria d'entorns educatius, ni crec que sigui necessari. Per altra banda, també hi havia problemes d'orientació a l'interior del món virtual, que eren deguts tant al fet que els mancava la informació dels altres sentits com al tipus de disseny intern: els móns amb una perifèria clarament delimitada eren més fàcils per l'orientació que no pas els que presentaven una referència central (Bricken i Byrne, 1993: 210). Tot això, juntament amb les observacions realitzades al *Computer Museum* de Boston (Pimentel i Teixeira, 1995: 231), confirma les idees comentades al capítol de percepció: el sistema sensorial humà és extremadament sensible i funciona com una entitat global, de manera que qualsevol minva qualitativa o quantitativa en la percepció genera malestar.

De totes maneres, els estudis duts a terme en relació amb la televisió o amb els sistemes simbòlics dels ordinadors han demostrat que l'exposició continuada a un mitjà acaba provocant el desenvolupament de les habilitats necessàries per emprar-lo

correctament (Furness, Winn *et al.*, 1998: 16; Winn, 1997: 9). Això significa que probablement els problemes amb la interfície són superables i que només es tracta d'una qüestió de difusió perquè, amb el temps, les persones acabaran desenvolupant les habilitats perceptives i cognitives necessàries per treballar amb la RV. Però, mentrestant, el problema de la interfície segueix existint i aquesta és una de les raons que impulsen la recerca en l'àmbit de la Interacció entre Persona i màquina i que, més específicament, va portar a desenvolupar projectes com el del "*Meta-Museum*" o els més recents del ZGDV de Darmstadt o de l'Institut Fraunhofer d'Alemanya. En el primer cas, esmentat diverses vegades en aquest treball i en d'altres d'anteriors (Pujol, 2002a: 88), el desig de simular la realitat d'una visita al veritable jaciment arqueològic dins la sala del museu, va portar a idear el "*Vista-Walk System*", un model "gestual" del sistema "Desktop" anterior, que, a través de càmeres, captava els gestos del/de la visitant i adaptava l'escena als seus moviments (Kadobayashi, 2000). En aquell moment es va arribar a la conclusió que l'estat de la tecnologia no permetia captar moviments massa complicats i, com a conseqüència, el repertori gestual per controlar la reconstrucció seguia essent massa antinatural. Malauradament, no tinc notícies del progrés d'aquest projecte, però el ZGDV de Darmstadt està desenvolupant un prototip que, amb un objectiu menys ambiciós, continua la línia de recerca iniciada per l'equip japonès perquè es tracta d'un sistema de manipulació d'informació visual que funciona a través de l'assenyalament cap a la pantalla (Malerczyk, Dähne *et al.*, 2005). Els avantatges d'aquest nou sistema és que ho pot fer servir tothom –perquè tot es controla a través de la selecció dels elements dins els menús, com ara activar i desplaçar una lupa, designar regions o rotar models tridimensionals d'objectes– i no necessita un equip gaire sofisticat.

El tercer exemple relacionat amb la presentació de patrimoni és el el concepte de "*Knowledge space*", uns entorns de creació i intercanvi d'informació basats en la Realitat Mixta o Híbrida, que podrien ser molt adequats pel museu. L'equip del Fraunhofer Institut parteix de la idea que ni els sistemes educatius ni les TIC estan completament adaptats els uns als altres perquè són massa lineals, poc ergonòmics, no proporcionen un sistema de cerca i control de la informació adequat, no satisfan tots els nostres requisits sensorials i cognitius, etc. (Strauss, Fleischmann *et al.*, 2003: 2-3). Per aquest motiu han creat el "*Knowledge Space*", una gran base de dades estructurada, seguint les noves formes d'ensenyament - aprenentatge, en quatre nivells (Strauss, Fleischmann *et al.*, 2003: 4-15):

- ***Information space***: una plataforma basada en l'estructura de les bases de dades, que conté diversos tipus d'arxius, informacions, projectes i eines de creació relacionades amb l'art. En realitat és com un portal.
- ***Explorative space***: tres eines que faciliten la relació amb les grans quantitats de dades heterogènies que conté el primer. El "*Semantic Map*" facilita la navegació exploratòria a través de l'especificació d'interrelacions semàntiques. El "*Timeline Interface*" permet organitzar el contingut bidimensionalment, en funció de relacions cronològiques. El "*Knowledge Explorer*" serveix perquè les persones expertes en un tema puguin estructurar grans quantitats de dades en mapes de coneixement creats per elles i compartir-les amb altres especialistes.

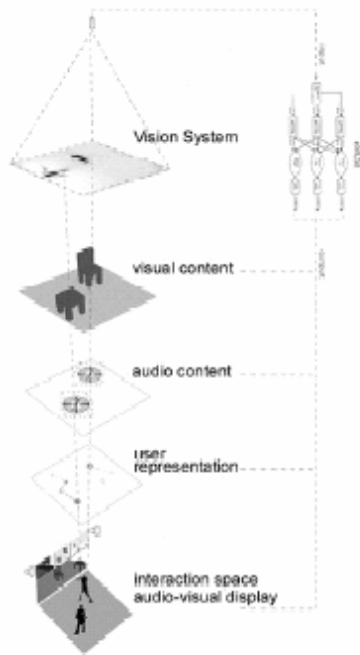


Figura 66: Esquema de funcionament d'un sistema de Realitat Híbrida al “*Well of Inventions*” (Strauss, Fleischmann et al., 2003).

- ***Participation space***: aquest espai intenta millorar les limitacions del paradigma WIMP –finestres, icones, menú, punter– a través de solucions basades en la combinació de les imatges del món real i les metàfores espacials altament realistes –com en la Realitat Artificial de Myron Krueger o el més recent “*Videomapping*”– i que facilitin l’aprenentatge col·laboratiu en línia (figura 64). En aquest espai es situen també els “*Tangible Media*”, un altra via per sortir del paradigma de comunicació abstracta imposat pel PC. En aquest cas, la interfície està formada per objectes reals que es poden tocar amb les mans i, per tant, permeten una aproximació als continguts més intuïtiva. En el fons, és com tornar a les joguines de la primera infància, objectes grans i agradables des del punt de vista sensorial que responen a les nostres accions i ens mostren la informació visual o auditiva continguda dins l’ordinador d’una manera tàctil (figura 65).

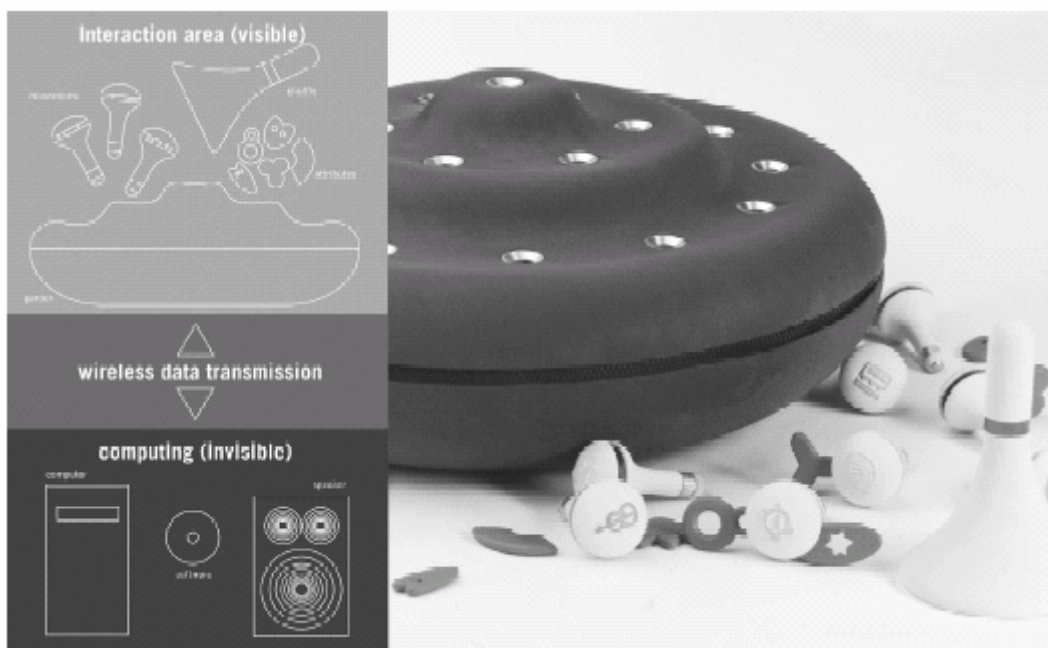


Figura 67: El "Soundgarten", exemple dels "Tangible Media": la virtualitat s'introdueix dins els objectes reals (Strauss, Fleischmann et al., 2003).

- **Mediation space:** com que les noves teories educatives demostren la importància de les habilitats individuals i el desenvolupament cognitiu a través de la manipulació cinestèsica, l'equip responsable del projecte es posa al servei dels entorns educatius formal i informal com a mediador entre grups socials a través de l'espai virtual i organitza activitats diferents en funció del col·lectiu a què van dirigides –des de tallers creatius per a alumnes escolars a teleconferències perquè les universitats puguin tenir professors/res convidats/dades sense la penalització econòmica que això suposa.

Un altre exemple de "Tangible media", més enfocat cap a la preservació i posada en valor del Patrimoni és la "interfície multimodal" creada pel Departament de Tecnologia Informativa de la Universitat de Sussex sobre un capçal d'ivori trobat a Ename (Petridis, Pletinckx *et al.*, 2005). Es tracta d'una reproducció de mida més gran que l'objecte original que està connectada a una pantalla en la qual es disposa una reconstrucció virtual de l'objecte i també té uns botons en alguns punts específics que, en ser premuts, envien l'ordre de mostrar a la pantalla la informació relativa a aquell aspecte concret que es volia remarcar. D'aquesta manera, es posen en valor objectes de gran valor estètic o simbòlic que són poc accessibles o que en el context d'un museu podrien passar desapercebuts. La interfície tàtil permet una exploració a través del tacte –una possibilitat rarament disponible als museus arqueològics– i la pantalla permet mostrar altra informació i que sigui accessible a més d'un usuari alhora.

En esmentar els projectes de l'Institut Fraunhofer d'Alemanya, he realitzat una comparació entre aquestes interfícies i les joguines. Precisament, un equip d'investigadors de l'àmbit de la Psicologia Cognitiva i les Ciències de la computació de les Universitats de Sussex i Stirling van dur a terme un estudi sobre les actituds dels infants envers les joguines interactives i, més concretament amb ninots dotats de sensors que responien a les accions més habituals de la criatura –abraçar, llançar, oblidar, etc.– però que també es podien traslladar a un ordinador per realitzar les mateixes accions a

través del paradigma del PC (Luckin, Connolly *et al.*, 2003: 165). Aquesta iniciativa parteix dels postulats de Vigotski, segons els quals la interacció amb l'entorn i, més especialment, la interacció de tipus social és essencial per l'aprenentatge perquè hi ha habilitats que no es poden desenvolupar totes soles (Luckin, Connolly *et al.*, 2003: 166). La hipòtesi que es volia comprovar és si aquest tipus d'objectes faciliten l'aprenentatge perquè impressionen menys i són més intuïtius que els ordinadors (Luckin, Connolly *et al.*, 2003: 166). Per verificar-ho es van separar dos grups de 12 nens i nenes que jugaven, individualment o per parelles, amb la versió per ordinador o la versió amb el ninot i es van obtenir les següents conclusions (Luckin, Connolly *et al.*, 2003: 173-175):

- A l'hora de començar el joc, el primer gest dels infants era demanar ajuda a les persones i no pas recórrer a la màquina o el ninot real, malgrat que aquests indiquessin la possibilitat de fer-ho. Només quan se'ls suggeria que es centressin en els objectes iniciaven l'exploració de les interfícies.
- En tots dos casos, els infants només feien cas de l'ajuda proposada quan realment creien que els convenia, és a dir, en funció de la tasca i no pas de la interfície.
- L'exploració cooperativa era més habitual en el cas del ninot que no pas de la versió en pantalla.
- L'ajuda proposada pel ninot real es percebia com a menys apropiada que no pas la del PC i per aquest motiu l'infant sol·licitava més l'ajuda de l'adult/a o bé ignorava la proposta.
- En el cas de la versió virtual, la interfície es va activar en el 100% dels casos per demanar ajuda, mentre que en la versió real s'activava també per altres motius.

L'avantatge teòric de la Realitat Mixta o Híbrida és que la interfície no és el món virtual sinó el real i, per tant, fa servir el nostre mateix llenguatge, que després cal traduir perquè l'ordinador l'entengui i no pas al revés, és a dir, haver-nos d'adaptar nosaltres a la màquina. Aquesta idea es basa en el concepte d' "affordance" (Strauss, Fleischmann *et al.*, 2003: 16), una idea desenvolupada per James J. Gibson des de la perspectiva ecològica de la percepció, que es refereix a les propietats de l'entorn que la gent manipula correctament perquè els són familiars²²⁰. Ja se n'han desenvolupat alguns prototipus, com ara un "Kid's playground" o bé una "Mixed Reality Classroom" (Strauss, Fleischmann *et al.*, 2003: 17-19), que combinen sons, imatges, interfícies tangibles, etc. en un entorn immersiu compartit per persones situades en dos espais físics reunits en el 25^è fus horari²²¹, i demostrarien que aquesta via de desenvolupament pot ajudar a la integració de les TIC al museu, perquè es naturalitza la interfície, permet la participació de diverses persones, es redueix la importància del llenguatge verbal com a mitjà de comunicació i s'elimina l'efecte psicològic provocat pels PC sobre el personal del museu i els/les visitants poc acostumats/des als ordinadors. El gran avantatge de la Realitat Mixta des del punt de vista educatiu és, en principi, que integra el marc contextual i l'aprenentatge sensorial.

²²⁰ Recordeu l'apartat dedicat a l'Ecologia perceptiva, dins el capítol de Percepció.

²²¹ Recordeu la RH explicada a l'apartat de "Tipologia de la RV".

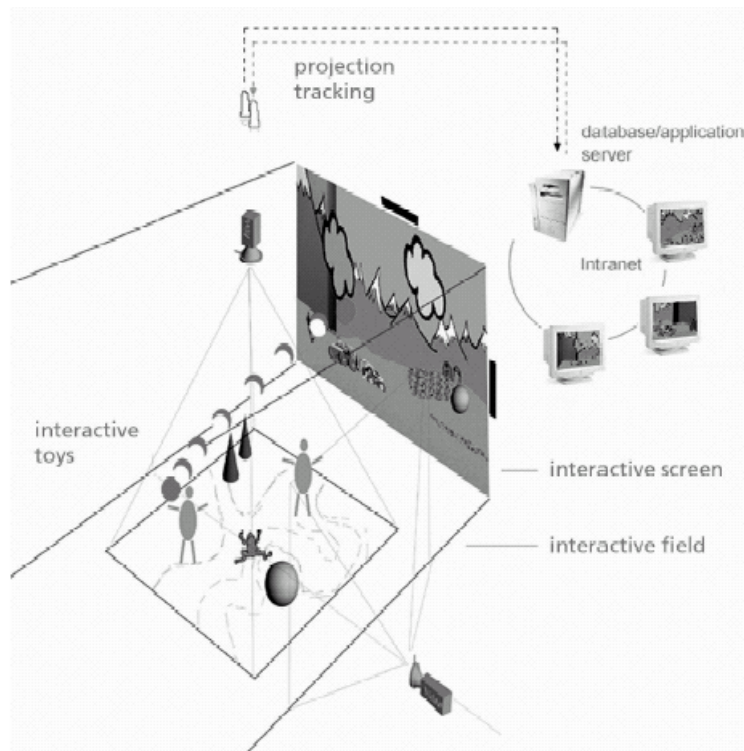


Figura 68: Esquema de funcionament d'un altre sistema de Realitat Híbrida al “*Well of Inventions*” (Strauss, Fleischmann et al., 2003).

Tanmateix, ja hem vist que els resultats de l'estudi realitzat amb les joguines digitals no són conclouents a favor de la RH o bé del PC perquè evidencien avantatges i inconvenients en tots dos casos. Cal tenir en compte que l'estudi es centrava en un aspecte molt concret, que era el de l'ajuda i, per tant, és difícilment extrapolable a un objectiu educatiu tan ambiciós com el que cerquen els “*Knowledge spaces*”. De totes maneres, es poden extreure algunes conclusions molt generals, com ara que si la interfície física no realitza activitats relacionades amb allò que representa és menys intuïtiva que les imatges a la pantalla però que, en contrapartida, afavoreix més la cooperació entre persones. Finalment, cal tenir en compte que la desaparició de la pantalla no és un element intrínsecament positiu: hi ha dominis de coneixement, com ara l'Arqueologia, que la necessiten perquè treballen amb informacions que es comuniquen per via principalment visual. En aquest cas, el que cal es modificar el sistema d'interacció amb l'ordinador i, mentre no s'adaptin a l'Arqueologia entorns com el del “*Kid's playground*”, fer que tot passi, com suggereix Rafel Sospedra, per una pantalla tàctil o dispositius mòbils que acompanyin el/la visitant (Sospedra, 2004: 53).

A més del format de representació i el grau de realisme, s'ha demostrat que la seqüència de presentació també és un element a tenir en compte a l'hora de dissenyar un ECA o d'emprar-lo a l'aula. Un grup d'especialistes milanesos/es va analitzar la capacitat de comprensió del funcionament d'un torn giratori amb l'ajut d'una simulació virtual: en l'experiment hi participaven dos grups d'estudiants universitaris, un format per principiants i un altre que seguia un curs de mecànica (Antonietti, Imperio *et al.*, 2001: 142). Aquest estudi és interessant per quatre motius: en primer lloc, per les seves conclusions sobre la influència de l'experiència prèvia; en segon lloc perquè constitueix un exemple de la utilitat de la RV per comprendre el funcionament de màquines o altres objectes que no tinguin cabuda al museu, un objectiu expressat a l'apartat sobre el vessant museològic de la pragmàtica de la RC; en tercer lloc, perquè és l'únic que

detalla la relació entre el Multimèdia i la RV; finalment, perquè aquesta funció és possible, segons els autors, perquè les simulacions virtuals són molt similars als nostres model mentals i, per tant, ajuden a construir-los, un tema que hem debatut al capítol de percepció.

Diversos especialistes han proposat d'interpretar l'efecte facilitador de les representacions icòniques en el marc de la teoria dels models mentals de Johnson-Laird [(Johnson-Laird, 1983), citat a (Antonietti, Imperio *et al.*, 2001: 143; Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 167)], segons la qual les nostres representacions internes –com les reconstruccions virtuals– mantenen una relació analògica amb la realitat i preserven les seves propietats espacials, temporals cinemàtiques i dinàmiques, de manera que les operacions realitzades al model produeixen efectes similars als que produirien operacions paral·leles aplicades als objectes reals i això fa possible realitzar i prediccions a partir del model. A la secció sobre “Realitat Virtual i cognició” ja hem vist que la relació entre les representacions mentals i la realitat és complexa perquè les nostres representacions mentals posseeixen graus diferents d'abstracció i, conseqüentment, la seva correspondència amb la realitat no és tan directa com la de la RV: podríem dir que les imatges mentals són analògiques i la RV és isomòrfica. Però, tractant-se d'enginyeria mecànica, aquests tres elements s'apropen perquè tots estan caracteritzats per una representació formal de l'arquitectura i de les relacions entre les parts (Antonietti, Imperio *et al.*, 2001: 143). Tornant a l'estudi, els experiments van evidenciar que l'aprenentatge del grup principiant millorava quan l'exploració de la simulació virtual precedia la presentació de la informació hipermèdia; en canvi, pel grup avançat era millor fer la seqüència inversa (Antonietti, Imperio *et al.*, 2001: 154). Això és degut al fet que la reconstrucció virtual permet obtenir una imatge mental prèvia, que servirà per guiar l'exploració de l'hipermèdia i organitzar de manera coherent la informació proporcionada (Antonietti, Imperio *et al.*, 2001: 154). Contràriament, els/les experts/es ja posseeixen aquest concepte inclús i no necessiten adquirir-lo ràpidament a través d'una imatge; per ells/elles és millor aprofundir en la conceptualització i després veure la seva aplicació pràctica (Antonietti, Imperio *et al.*, 2001: 154).

En contrast amb totes aquestes publicacions que acabo de comentar, un estudi realitzat per la *School of Education* de la Universitat d'Exeter amb 63 alumnes de 12 anys sobre un multimèdia dedicat a les fases de la lluna va demostrar que la validesa de l'aplicació no depenia de l'experiència prèvia amb els ordinadors ni l'actitud envers els ordinadors (Baxter i Preece, 1999: 330). En aquest cas, com en d'altres que veurem més endavant, és molt possible que la contradicció sigui deguda a la composició de la mostra, que fa que les diferències no siguin significatives. És a dir, que els resultats no són generalitzables, sinó que només expliquen aquell cas concret. De totes maneres, els estudis anteriors consideren separatament la influència del coneixement previ relacionat amb una disciplina concreta i la del domini de la interfície. Especialistes de la Universitat de Brunel, al Regne Unit, van dur a terme una anàlisi en comparativa en què tenien en compte conjuntament els paper dels dos factors i van arribar a les conclusions següents (Mitchell, Chen *et al.*, 2005: 61-62):

- Els/les estudiants amb poc coneixement del domini obtenen més beneficis a partir del tutorial multimèdia que no pas els/les més experts/es.
- Aquests/es, en canvi, consideraven que el tutorial no era més fàcil d'entendre que un llibre, la qual cosa significa que necessitaven materials més avançats que

no pas els proposats en el multimèdia. En comparació amb el recurs tecnològic, un llibre els podia oferir una comprensió més profunda del tema.

- Els exemples eren molt útils per als/a les estudiants que s'iniciaven en la matèria.
- Els/les estudiants que gaudien amb Internet i que, per tant, hi dedicaven temps, treballaven millor amb la interacció no lineal que no pas els/les altres.

Aquests resultats suggereixen que els multimèdia no són garantia absoluta de guany en l'aprenentatge. Tenint en compte la significativitat dels tests estadístics, un/a estudiant que sap molt del tema i a qui no agrada el paradigma hipertextual podria obtenir uns resultats molt pobres en l'avaluació, malgrat tenir un coneixement aprofundit. Igualment, el sistema aprofitaria poc a un/a estudiant novell però poc avesat a treballar amb Internet. Qui més aprofitaria el recurs seria un perfil de coneixement baix i interès per les TIC. En qualsevol cas, aquest estudi demostra que els/les diferents usuaris/àries tenen diferents necessitats en relació amb l'aprenentatge a través de les TIC i que cal conèixer amb detall a què són degudes. Dos dels possibles factors lligats a la persona són el coneixement previ del tema –que potser es pot resoldre a través de la personalització del nivell de profunditat dels continguts – i el domini de la interfície – per a la qual pot ser de gran utilitat, tal com han evidenciat alguns autors (de Jong i van der Hulst, 2002), un assistent o bé una imatge panoràmica de tots els continguts.

Edat

Habitualment es considera que, com més gran és una persona, menys flexible és als sistemes d'aprenentatge però també ha assolit una maduresa que li permet aplicar els seus estils cognitius a qualsevol situació (Vance Wilson, 2000: 69). El tractament estadístic –anàlisi de regressió múltiple– de les respostes als qüestionaris autoadministrats va demostrar que no hi havia cap relació entre l'edat i l'ús dels CMCS (Vance Wilson, 2000: 72). En realitat no era una qüestió d'edat sinó, com hem vist en l'apartat anterior, d'experiència amb els ordinadors acumulada. Però també cal tenir en compte la influència del desenvolupament cognitiu. Segons els vídeos de l'estudi de Bricken i Byrne, la gent jove es mostrava molt més activa que l'adulta (Bricken i Byrne, 1993: 209). Dins la gent jove, els/les estudiants entre deu i dotze anys se sentien més còmodes amb la construcció d'objectes, mentre que els/les de tretze a quinze anys treballaven sense problemes en el disseny del context (Bricken i Byrne, 1993: 214). Això quadra perfectament amb les prediccions de la Psicologia evolutiva, ja que aquesta estableix que el desenvolupament de les capacitats cognitives progressen del concret i proper, a l'abstracte i general.

Sexe

Pel que fa al gènere, la literatura també afirma que les dones se senten menys a gust amb els ordinadors que els homes i, per tant, la seva actitud és menys favorable (Baxter i Preece, 1999: 329; Vance Wilson, 2000: 69). En canvi, l'estudi de Vance Wilson va demostrar que no només la percepció no era negativa sinó que, fins i tot, les noies feien servir el CMCS amb més freqüència que altres estudiants i la causa podria ser que, en

aquest cas, la seva funció principal era la comunicació, la conversa entre persones (Vance Wilson, 2000: 74). Hi ha altres evidències que també apunten al fet que les dones se senten menys còmodes treballant en entorns virtuals d'aprenentatge perquè els consideren massa impersonals: un estudi conduït per Huff [(Huff, 1996), citat a (Brosnan, 1998: 231)] va remarcar el fet que les noies obtenien millors resultats en el seu procés d'aprenentatge quan hi participaven assistents que es basaven en representacions de cares humanes. Tanmateix això no va ser un impediment en el cas del multimèdia sobre les fases de la lluna, perquè l'estudi va demostrar que el seu ús havia estat igualment efectiu en el cas dels nois que de les noies o, fins i tot, més en aquest darrer perquè l'astronomia és una assignatura en què els nois obtenen millors resultats (Baxter i Preece, 1999: 330).

L'estudi de Jackson i Fagan, que estava orientat a comprovar l'eficàcia dels entorns col·laboratius immersius sobre el canvi conceptual també va aportar evidències en aquest sentit: les noies s'involucraven més en la col·laboració que no pas els nois (Jackson i Fagan, 2000: 89). Això sembla confirmar clarament que el problema del gènere no és troba en els aspectes cognitius sinó en els socials: les noies surten afavorides en els entorns col·laboratius, mentre que els nois prefereixen treballar amb entorns individuals. En canvi, en el cas de Shaw i Marlow, no es van observar diferències significatives quant als estils d'aprenentatge o l'actitud en funció del sexe i això suposa una contradicció amb altres estudis que, segons sembla, sí n'havien detectat (Shaw i Marlow, 1999: 232). L'avaluació de Bricken i Byrne també va demostrar que no hi havia diferències en les capacitats a l'hora de crear els elements del món virtual però sí en els objectius: els nois definien d'entrada els objectius i llavors dissenyaven el contingut d'acord amb aquest pla, mentre que les noies s'orientaven més cap al procés, és a dir, que decidien un concepte, construïen diversos objectes relacionats amb ell i llavors decidien espontàniament quins s'havien d'incloure en el món virtual (Bricken i Byrne, 1993: 215).

II.5.3.3.6.2.5. Les TIC i la capacitat de personalització

Malgrat que els únics resultats concloents es refereixen a un tipus personal concret, la qüestió suggerida per la possible influència de les variables personals és si convindria aprofitar la capacitat de personalització de les TIC, que sovint s'ha invocat com un altre avantatge d'aquestes eines comunicatives i d'aprenentatge. Silvia Filippini Fantoni (Filippini Fantoni, 2003) va dur a terme una avaluació a través de la pàgina *web* del Museu del Marbre de Carrara que, malgrat que es tracta d'un recurs en línia i no coincideix exactament amb la situació ni els continguts de la RV al museu o dels estudis presentats anteriorment, pot oferir algunes idees generals al respecte, perquè la variabilitat del públic és un repte pels entorns informals d'aprenentatge i també perquè es pot aplicar als Multimèdia de la sala o als *PDA* que acompanyin la visita.

L'autora distingeix entre tres formes de personalització. La primera és l'**adaptabilitat**. L'usuari/ària pot configurar la interfície per crear manualment un perfil, en funció dels seus interessos, coneixements i habilitats. Normalment es realitza abans de l'ús pròpiament dit i inclou qüestions com ara la llengua, la mida de la lletra, els temes o el nivell d'especialització del coneixement. El sistema pot recordar la configuració fixada per la següent vegada que aquella persona el torni a utilitzar, de manera que s'afavoreix la comoditat i la motivació dels i les visitants (Filippini Fantoni,

2003: 3-4). Aquest és el principi que regula els “comptes d’usuari” del *Windows*. La segona forma de personalització és l’**adaptivitat** o **personalització**. En aquest cas, la persona no intervé directament sobre els canvis sinó que el sistema s’adapta automàticament en funció de les accions de l’usuari/ària. El primer avantatge d’aquest sistema és que la persona no ha de realitzar cap esforç per determinar què serà millor per ella abans d’iniciar l’exploració o bé si no sap jutjar exactament quin és el format que més convé a les seves habilitats cognitives. Un altre avantatge és que l’adaptació s’actualitza i es refina en temps real. Però això també exigeix sistemes molt complexos, capaços de regular-se a partir de la interpretació de les decisions i per aquest motiu només s’han desenvolupat prototipus (Filippini Fantoni, 2003: 4-5). La tercera forma de personalització és la **segmentació**, que consisteix en la identificació de grups de població en relació amb el nivell educatiu, l’edat, els estils d’aprenentatge, els interessos, etc. Aquest tipus prové de la constatació que les diferències individuals no són tan grans que no es puguin incloure en diferents categories. Presenta l’avantatge respecte del tipus anterior que no necessita un temps de prova durant el qual el sistema no funciona perfectament perquè encara no s’ha adaptat completament a la persona: abans de començar la sessió, la persona ha de decidir quina de les opcions és la seva (Filippini Fantoni, 2003: 6). La meua opinió és que, si bé això pot contribuir a reforçar el sentiment que el museu té en compte les diferents comunitats, presenta l’inconvenient que les persones poden sentir que les encasellen o bé també pot passar que no sàpiguen exactament en quin grup situar-se perquè cadascun es defineix a partir de diverses variables.

Silvia Filippini Fantoni va realitzar una avaluació per comprovar si la personalització millorava realment l’experiència de la visita. El seu estudi es centrava en una pàgina *web* que, en lloc d’oferir l’habitual sistema de navegació per temes o objectes, presentava un exemple híbrid de segmentació, adaptació i personalització perquè hi havia quatre categories inicials i un guia virtual (Filippini Fantoni, 2003: 8-9). Tres de les categories inicials determinaven automàticament el nivell de detall i la forma d’accedir a la informació perquè corresponien a turista –informació general i anecdòtica o d’impacte–, estudiant d’Art –orientació més acadèmica o educativa– i expert –pensat per la investigació a partir de materials. La quarta categoria era “Personalitzat” i permetia definir manualment les característiques, en cas que els models estàndard no fossin suficients o prou adequats. Aquest era l’element corresponent a l’adaptabilitat. Finalment, hi havia un guia virtual latent que interpretava les accions de l’usuari/ària i proposava ajuda o informacions addicionals quan creia que era necessari o interessant per la persona. Aquest particular tipus d’adaptivitat no només eliminava la fase de prova del sistema sinó que anava molt més de pressa perquè bona part de la feina ja estava feta atès que el/la visitant havia realitzat una tria al principi de la sessió.

L’estudi de públic realitzat amb quaranta persones d’entre vint i cinquanta-tres anys a les quals s’havia demanat d’emprar el sistema durant mitja hora i omplir uns qüestionaris va proporcionar algunes conclusions en relació amb els diferents tipus de personalització. En el cas de la segmentació, efectivament, les persones no sabien quina categoria triar i/o no se sentien a gust amb el fet que les classifiquessin (Filippini Fantoni, 2003: 11). Un altre problema expressat a les enquestes era la necessitat de canviar de perfil durant la navegació perquè el nivell de detall no era satisfactori: això demostrava que les categories que els/les usuaris/àries tenien al cap no coincidien amb les dels dissenyadors/es (Filippini Fantoni, 2003: 12). En el cas de l’adaptabilitat (Filippini Fantoni, 2003: 13), les persones tenien problemes a l’hora de triar la categoria

“personalitzat” perquè no entenien el concepte o bé no sabien definir-hi els perfils i llavors recorrien a un dels altres tres, que sovint tampoc no els convenia. Per altra banda, l’entrada de dades al sistema demanava un temps i això influïa en la motivació de la gent, que tenia ganes de navegar directament.

En canvi la guia virtual, l’únic element relacionat amb l’adaptivitat, va ser el més aplaudit. El públic enquestat va valorar especialment la simplicitat d’ús o bé el fet que l’acompanyés durant tota la visita com si es tractés d’un guia real i l’ajudés a orientar-se, comprendre una obra, adonar-se de coses que altrament no veuria o bé obtenir informació extra (Filippini Fantoni, 2003: 13). També va apreciar la capacitat de la guia d’emetre comentaris molt oportunament relacionats amb els continguts o bé amb la navegació (Filippini Fantoni, 2003: 14). La guia presenta l’avantatge que funciona sola, no cal esmerçar-hi temps, ni pensar a quina categoria es pertany, i aquesta pot ser una situació molt similar a la de la visita d’un entorn informal d’aprenentatge, en què no se sap ben bé què es vol ni què es trobarà i s’està a l’expectativa.

En tot cas, els resultats de l’estudi de Silvia Filippini Fantoni confirmen els obtinguts en altres avaluacions sobre els bons resultats de la personalització com a assistent per la visita: crea un entorn immersiu que ajuda a l’orientació, la localització d’objectes i la comparació amb altres objectes interessants, tot reduint l’excés d’informació redundat (Filippini Fantoni, 2003: 14). Aquesta afirmació contradiu les queixes d’algunes persones relacionades amb els museus i les reflexions plantejades als apartats sobre el vessant museogràfic i sobre el context d’aprenentatge: malgrat que agafa un cert protagonisme respecte dels objectes, ajuda a realitzar els lligams cognitius entre ells que porten a la seva comprensió. L’inconvenient és que, perquè sigui realment efectiu, cal crear un sistema de regles molt complex, que sigui capaç de preveure molt detalladament les necessitats i els interessos dels/de les visitants (Filippini Fantoni, 2003: 14). Això porta a concloure que la personalització pot ser adequada però que no s’ha d’assolir a qualsevol preu: ara com ara el cost del disseny és excessiu i l’alternativa, l’adaptabilitat, implica una feina extra per part de l’usuari/ària que no es pot compensar amb la limitada capacitat d’adaptació (Filippini Fantoni, 2003: 16).

II.5.3.3.6.3. Estudis sobre variables lligades a la tasca

II.5.3.3.6.3.1. Introducció

En relació amb la tasca, la RV permet tres grans tipus d’aplicacions: la visualització, la simulació i el desenvolupament d’entorns participatius (Ferrington i Lodge, 1992: 17). La visualització es refereix a la possibilitat de manipular espacialment i temporalment una informació per evidenciar connexions i relacions internes que d’altra manera serien difícils de percebre o comprendre (Ferrington i Lodge, 1992: 17). En el cas de la RV, aquesta possibilitat es basa en la definició d’un context en termes dels objectes que el formen, les seves propietats i les relacions entre ells, de manera que la comprensió d’aquest es basi en la comprensió de les connexions descriptives i causals establertes entre els elements anteriors (Hedberg i Alexander, 1994: 216). La RV permet dos tipus de representacions: les que podríem anomenar “naturalistes” i les metafòriques (Pantelidis, 1993: 25). L’aportació de la RV i, més concretament, del seu vessant immersiu, és que tradueix els conceptes abstractes o els processos invisibles a un llenguatge concret d’objectes, atributs i relacions i clarifica les relacions sintàctiques.

El segon tipus d'aplicació és la simulació que, com ja vàiem a l'apartat dedicat a "La RV com a model per la reproducció i la reconstrucció", és una rèplica d'un procés o fenomen real, i els seus avantatges de cara a l'educació han estat propugnats per algunes teories constructivistes: a través de la simulació una persona adopta un rol específic que requereix interacció amb altres persones o amb algun element, en aquest cas, de l'entorn sintètic i això l'ajuda a desenvolupar les seves habilitats cognitives i socials (Ferrington i Lodge, 1992: 17). La diferència és que, mentre els exercicis tradicionals basats en l'aspecte lúdic i empàtic es recolzaven en la imaginació i posaven l'èmfasi en els aspectes més socials, la RV facilita la creació d'entorns "reals", visibles, que (Hedberg i Alexander, 1994: 217) responen en temps real i de manera intuïtiva a les decisions preses per la persona i que poden ser personalitzats i programats per oferir ajut, comportar-se de maneres diferents i automatitzar alguns procediments. Cal tenir present que els autors i autores que afirmen això es basaven en les primeres aplicacions de RV i, per tant, tenien al cap simulacions completament immersives, pensades per l'entrenament sensorial - motor en entorns perillosos o inaccessibles; però aquestes idees també són transferibles a l'Arqueologia per treballar el raonament científic i les capacitats metacognitives associades, atès que, com es demostrarà més endavant, el desenvolupament de les habilitats cognitives generals s'acompleix molt millor a través de la interacció amb el medi real perquè assoleix nivells de complexitat i riquesa estimular superiors a la tecnologia. Així doncs, la RV proporciona una simulació d'ús intel·lectual més que no pas sensorial - motor.

Finalment, la tercera aplicació possible es refereix a la implicació en els móns virtuals i es pot establir una gradació des de la simple participació fins a la construcció pròpiament dita, passant per la modificació, entesa en el sentit de personalització de l'aparença o les informacions proporcionades (Ferrington i Lodge, 1992: 18). Tots tres nivells posseeixen implicacions educatives diverses, relacionades amb el vessant social de l'aprenentatge, la motivació, l'adaptació als diferents estils d'aprenentatge, la creativitat, les estratègies cognitives emprades en la construcció dels móns virtuals, etc.

Aquestes tres possibilitats aniran sortint al llarg del següent apartat, en relació amb diferents concepcions de l'ensenyament – aprenentatge de les disciplines històriques, com a protagonistes de l'avaluació de l'adequació de la RV en funció de la tasca realitzada.

II.5.3.3.6.3.2. Constructivisme: aprenentatge contextual i aprenentatge per descobriment

La RV consisteix en una simulació activa i més o menys multisensorial de la nostra interacció amb el món. Per aquest motiu, alguns autors i autores sostenen que coincideix amb alguns dels postulats del Constructivisme i que pot contribuir a fer que els/les alumnes no es limitin a reproduir informacions abstractes memoritzades sinó que adquireixin un coneixement concret i pràctic del món i siguin capaços/ces d'aplicar-lo a situacions diferents (Hedberg i Alexander, 1994: 214, 218). En altres paraules, que permeti superar l'ensenyament - aprenentatge rígidament compartimentat, memorístic i receptiu tradicional per fer-lo veritablement significatiu. Aquesta va ser la qüestió de partida per a la tesi doctoral de Kimberley Osberg, que es va proposar d'avaluar l'efectivitat educativa de la RV tot comparant-la amb la metodologia d'ensenyament tradicional. Osberg va dissenyar un experiment en què 117 estudiants d'entre 12 i 14

anys, 56 noies i 61 nois, eren separats diferents grups a l'hora d'estudiar el funcionament d'un ecosistema específic (Osberg, 1997: 52). Com que aquest està format per quatre cicles, es van crear quatre grups, que els estudiaven seguint tres condicions instructives diferents: un entorn virtual 3D interactiu, associat a l'ensenyament constructivista perquè, per comprendre com funcionava, havien de construir un ecosistema; classes normals basades en un llibre de Biologia; i, en tercer lloc, cap mena de suport educatiu, que servia com a situació de control (Osberg, 1997: 57-74). Després es van mesurar comparativament els resultats dels tests de tria múltiple, els mapes conceptuals, les entrevistes i els qüestionaris presentats abans i després de la fase de treball (Osberg, 1997: 75). L'avantatge de fer servir tots aquests instruments de mesura és que proporcionen un panorama comprensiu de l'experiència de cada estudiant tant des del punt de vista cognitiu com afectiu (Osberg, 1997: 121).

Segons la meua opinió, aquest experiment està mal plantejat per dues raons. La primera és que si es compara una aplicació de RV que ja fa servir una metodologia constructivista *–learning by doing–* amb un ensenyament més tradicional no es pot saber si el resultat és degut a l'estratègia pedagògica o a la tecnologia pròpiament dita. Aquest parer és compartit per Cristine Youngblut, que el fa extensiu a la majoria d'aplicacions. Diu (Youngblut, 1998: 95-96):

“The majority of uses of the technology have included aspects of constructivist learning and it is impossible to determine whether positive results are due to the use of this learning method, the use of a virtual world or some combination of the two.”

La segona raó és que cada cicle ecològic s'ensenyava en una situació instructiva diferent, de manera que llavors no es pot saber si les diferències són degudes al tema o a la metodologia. Això pot ser la causa que els resultats de l'experiment siguin, tal com afirma l'autora (Osberg, 1997: iv), confusos; però, en canvi, són molt útils els resultats qualitatius. La comparació entre les proves inicials i les finals van demostrar que la tecnologia era una eina útil per aprendre, encara que no necessàriament més que les estratègies tradicionals –no hi havia cap diferència significativa entre una i altra (Osberg, 1997: iv)–, però tampoc no precisaven quins factors n'eren els responsables. En canvi, sí que es va poder detallar el tipus d'aprenentatge: continguts del domini de coneixement, disseny i desenvolupament de projectes, habilitats visuals, modelització, traducció d'informació verbal a la narrativa visual, rudiments del disseny instructiu i algunes nocions bàsiques del procés de recerca (Osberg, 1997: 121).

Però moltes d'aquestes habilitats i continguts també es poden adquirir mitjançant un ensenyament no tecnològic. Els estudis realitzats fins el 1998 no permeten d'afirmar amb rotunditat si és millor la RV que la instrucció tradicional perquè aporten evidències contradictòries (Youngblut, 1998: 96). Per trobar més respostes podem girar-nos cap a un enfocament més general, com ara el de l'estudi conduït per un equip format per especialistes de les Universitats de Creta i de Twente, als Països Baixos (Karasavvidis, Pieters *et al.*, 2003), que tenia com a objectiu comprendre quins aspectes del procés d'ensenyament - aprenentatge queden modificats per la presència dels ordinadors. Ho feia a través de la comparació dels comportaments de mestres i alumnes a l'hora d'aprendre certes nocions d'estadística, segons que fessin servir llapis i paper o un full de càlcul, i aquí ens interessa remarcar el següent:

- Els/les estudiants que treballaven amb el full de càlcul van resoldre més problemes que no pas els/les que treballaven amb paper i llapis, però no era pas perquè aquests/es desconeguessin quina estratègia havien de seguir –fer un gràfic– sinó perquè no sabien exactament com dur-la a terme. En canvi, les eines del full de càlcul oferien un repertori de tècniques estadístiques i representacions gràfiques que ajudaven l'estudiant a decidir-se i aplicar la solució correcta (Karasavvidis, Pieters *et al.*, 2003: 124).
- Un altre exemple en aquest mateix sentit és el de la demanda d'informació. En el cas del paper i llapis es demanava més informació de tipus conceptual, més informació addicional i proporcionaven més explicacions (Karasavvidis, Pieters *et al.*, 2003: 125). Per tant, no hem de pensar que només els ordinadors permeten un control del propi aprenentatge: en la solució de problemes per la via tradicional això també es produeix; la diferència rau en què l'ordinador automatitza o facilita algunes tasques perquè proporciona la informació necessària i, per tant, permet avançar més ràpid en el procés.
- L'estudi també va aportar evidències relacionades amb la regulació de les tasques. No és cert que no hi hagi regulació en el cas de l'aprenentatge tradicional, el que passa és que l'ordinador evidencia més clarament i més exhaustivament les possibilitats disponibles en cada moment i, per tant, facilita la presa de decisions.
- La conclusió d'aquest estudi és que les dues condicions experimentals són relativament poc comparables perquè s'hi activen habilitats diferents.

Per altra banda, ens interessa que s'automatitzin les tasques? Tot depèn de l'objectiu del procés d'ensenyament - aprenentatge. Passava el mateix, per exemple, amb les calculadores: si l'objectiu és aprendre a fer arrels quadrades, no s'ha de permetre recórrer a la màquina; si l'objectiu és resoldre una equació de segon grau, llavors aquesta part es pot automatitzar perquè l'important són les qüestions algebraïques. Precisament, l'estudi de Karasavvidis *et al.* proporciona algunes indicacions sobre el disseny instructiu: consideren que l'ús de l'ordinador és aconsellable quan es cerca el desenvolupament de les habilitats relacionades amb l'exploració, l'experimentació, la interpretació, la reflexió, la construcció de significats i la planificació i presa de decisions, però no pas de les habilitats cognitives bàsiques (Karasavvidis, Pieters *et al.*, 2003: 126-127), cosa que, com veurem, intentarà demostrar més endavant Tammy Knipp. A aquest nivell, es pot confirmar mitjançant un estudi realitzat durant un curs d'economia, en què uns estudiants treballaven amb un ECA i uns altres, sense (Lim, 2001). La comparació entre les dues experiències va mostrar que el fet que l'ordinador automatitzés la creació de gràfics provocava que els/les alumnes es centressin massa en la interpretació d'aquest element i no reflexionessin sobre per què era necessària aquesta representació i no una altra i quines eren les seves implicacions bàsiques (Lim, 2001: 212-213).

Aquesta petita reflexió serveix per adonar-se que, tal com s'afirma a l'ambiciosa anàlisi comparativa sobre tres casos d'estudi noruecs (Erstad, 2002), l'aplicació de la tecnologia *per se* no és garantia de guanys educatius, sinó que ha d'estar integrada en un projecte global en què es tinguin clars els objectius, el paper que hi acompliran les TIC, la coordinació amb altres mètodes i la importància crítica de la motivació i els factors

socials (Erstad, 2002: 436). Així doncs, el més probable és que mai no arribem a una resposta clara perquè la pregunta està mal plantejada: cada mitjà o mètode instructiu posa en joc unes habilitats i estratègies diferents i, per tant, dirigides a objectius diferents. Per aquest motiu calen més estudis que intentin aïllar les variables que influeixen positivament i negativament en l'aprenentatge per comprendre les causes dels resultats i saber quan és millor fer servir la RV. Precisament, això és el que farem a continuació.

Des del punt de vista del Constructivisme, la utilitat de la RV es basa en la noció d'aprenentatge situat i actiu, dos requisits que analitzaré seguidament, a partir d'altres estudis específics disponibles. Segons la primera idea, l'aprenentatge no es produeix en el buit, en l'abstracció, sinó que depèn dels factors ambientals, no només de cara a les qüestions físiques i actitudinals, sinó també pel que fa als continguts precisos de l'aprenentatge. En paraules de John Hedberg i Shirley Alexander (Hedberg i Alexander, 1994: 214),

“The learner’s understanding is developed through continuous participation in the ordinary practices of the culture (known as authentic activities) within the community of practitioners, enabling learners to build and increasingly rich implicit understanding of the world [...]. The authentic activities are framed by the culture. Their meaning and purpose are socially constructed through negotiations among past and present members.”

En aquest context, l'aprenentatge consisteix en la realització d'un seguit d'activitats relacionades amb un domini de coneixement que activen unes habilitats cognitives concretes i porten els/les aprenents/es de ser principiants, que participen perifèricament, a ser experts/es, que participen directament en el centre de la seva comunitat (Hedberg i Alexander, 1994: 214-215). Aquesta idea es correspon perfectament amb la funció educativa de l'Arqueologia i l'ús de la RV amb aquesta finalitat defensades en aquest treball de recerca i exposades als apartats dedicats a les concepcions bàsiques i a l'aprenentatge.

Els estudis sobre el reconeixement de patrons citats per Sam H. Ham (Allen, Siegel *et al.*, 1978; Biederman, Glass *et al.*, 1973; Lockhart, 1968; Palmer, 1975; Thorndyke, 1977; Tulving i Olser, 1968) han portat a les següents conclusions (Ham, 1994: 111):

- Les persones prenen més atenció a la informació rica en associacions que no pas a la descontextualitzada.
- El marc conceptual afegeix significativitat a la nova informació només si aquesta és consistent amb ell.
- Un cop establert, el marc conceptual s'utilitza per jutjar la rellevància de la informació subsegüent.
- La informació que no s'integra en el marc conceptual, es perd en un lapse de temps relativament curt.
- Les persones poden controlar conscientment l'atenció i normalment ho fan basant-se en les claus contextual i la facilitat de processament.

Tots aquests punts recalquen la importància de l'establiment d'un marc conceptual que faciliti la interacció entre el record i l'adquisició de noves informacions per generar un aprenentatge significatiu. El “*chunking*” és, com vèiem anteriorment, una de les claus d'aquest procés perquè no només serveix per connectar els nous coneixements amb els previs sinó que, com que els primers s'integren dins unes categories preexistents, permet superar les limitacions del cervell humà a l'hora de processar estímuls simultanis. En aquest sentit, una evidència a favor de la utilitat de les imatges – i, per tant, de la RV – com a marc contextual integrador és la proporcionada per diversos estudis (Biederman, 1972; Biederman, Glass *et al.*, 1973; Palmer, 1975; Tulving i Olser, 1968) citats per Sam H. Ham (Ham, 1994: 112), en què les persones podien identificar i memoritzar els objectes amb més rapidesa i més precisió si estaven localitzats en imatges d'entorns reals que no pas si es situaven en imatges desordenades i concorda amb les idees expressades en parlar de la RV i la memòria.

Això té una gran transcendència per a la transmissió del coneixement arqueològic al museu. Com que aquesta disciplina es basa en la cultura material i el llenguatge de comunicació del museu és fonamentalment visual, es confirma que la comprensió dels seus discursos serà millor a través de la contextualització dels objectes en un marc conceptual més o menys general, que combini el llenguatge verbal i l'icònic, en funció del tipus de contingut. Si, a més de veure els objectes dins una escena significativa, es poden manipular a través d'una simulació, s'incrementarà la comprensió a diferents nivells: no només al nivell descriptiu, sinó també procedimental, metacognitiu i actitudinal, perquè les imatges crearan un ambient perceptiu favorable que contribuirà a la motivació (Rodríguez Diéguez, 1978: 54).

Això és el que han descobert Barry Harper, John G. Hedberg i Rob Wright de l'*Interactive Multimedia Learning Laboratory*, de la Facultat d'Educació de la Universitat de Wollongong, a Austràlia, que consideren que, després de la realitat, el millor context d'aprenentatge és el generat per la RV i justifiquen aquesta afirmació pel fet que és un entorn immersiu, interactiu i visualment realista (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 166), és a dir, perquè simula la realitat. La perspectiva d'aquests autors és lleugerament diferent a la dels anteriors perquè no s'ocupen de la interacció mental entre els coneixements previs i els nous, sinó que posen l'èmfasi en l'aspecte “mediambiental”. En altres paraules, han desplaçat el punt de vista des de l'interior de la persona a l'exterior, i ara el marc conceptual no es refereix tant a les estructures cognitives de l'estudiant com al context d'aprenentatge que l'envolta i que és el factor clau perquè s'activi el procés de reconstrucció. El seu enfocament es basa en els diversos estudis que han demostrat que el coneixement depèn del context i que l'aprenentatge es produeix en aquells contextos en què és significatiu perquè el procés educatiu es produeix necessàriament a través de la relació amb l'espai físic específic en què les persones estan situades (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 166).

Cal dir també que la concepció de la RV d'aquests autors és lleugerament diferent a la presentada en aquest treball perquè integren en el concepte les característiques del model de visualització científica i del Multimèdia per formar un entorn global. Aquest pretén millorar l'aprenentatge de l'alumnat tot immergint-los i involucrant-los en una experiència interactiva, més envoltant i motivadora, en què les informacions es vinculen de múltiples maneres i es presenten sota diferents formats (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 166). En el fons, aquesta definició de “món virtual” no està tan allunyada del

que considero que seria l'eina estàndard d'aprenentatge, tenint en compte l'argumentació sobre el nivell d'exigència cognitiva que representa un model científic aïllat, presentada en diversos punts de l'apartat sobre "La RV i l'ensenyament -aprenentatge de l'Arqueologia al museu". Però també cal puntualitzar que, si bé podria funcionar molt bé en l'entorn formal d'aprenentatge, tinc els meus dubtes sobre la seva adequació a l'entorn informal perquè és una eina d'ús individual i, perquè sigui efectiva, demana un temps de dedicació i una concentració que gairebé mai no es concedeixen en una visita a l'exposició (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 107). En qualsevol cas, crec que el més interessant de retenir és l'aspecte contextual perquè s'adiu totalment amb el valor escenogràfic de l'entorn museístic tal com l'han definit els models contextual i incidental d'aprenentatge, exposats a l'apartat sobre el context d'aprenentatge, dins les "Variables lligades a l'entorn".

Per comprovar el paper de la RV com a context d'aprenentatge, els autors de l'estudi van dissenyar dos móns virtuals seguint específicament una filosofia constructivista. El primer (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 167-169), creat el 1996, es basava en la reconstrucció d'un espai real –un centre de recerques aquàtiques sobre el riu Nardoo– com a metàfora de navegació, en què els diferents elements constituïen portes d'accés a diferents informacions i recursos amb l'objectiu de resoldre una problemàtica de partida. Els/les estudiants disposaven d'un *PDA* en què podien explorar aquest entorn i, a més, enregistrar les notes personals necessàries per ajudar-se durant el procés. També hi havia uns simuladors mitjançant els quals podien realitzar experiments de comprovació de les hipòtesis suggerides pel desenvolupament de l'activitat. El segon entorn (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 170-173), creat el 1998, tenia com a objectiu explorar les possibilitats de la RV en una concepció menys científica i, per tant, menys limitadora de la construcció de significats, és a dir, en què també tinguessin cabuda les reflexions subjectives i les conclusions diverses. Per això es va triar una forma de navegació basada en les metàfores arquitectòniques, a través de la qual es podia explorar el món de les arts escèniques australianes –recollides en una base de dades– o bé produir les pròpies creacions personals. Els resultats [(Harper, Hedberg *et al.*, 2000a; Hedberg i Alexander, 1994; Hedberg i Harper, 1998), citats a (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 167, 174)] d'aquestes experiències amb alumnes escolars va permetre d'obtenir conclusions sobre la manera com els/les aprenents construeixen les solucions als problemes plantejats i també sobre els factors que contribuïen a millorar l'aprenentatge: augment de la motivació, possibilitat de manipular segons els propis interessos o habilitats personals, reforçament de l'aprenentatge gràcies a la multimedialitat, etc.

En el fons, es podria dir que la RV concreta i estructura a través de l'entorn computacional el marc contextual que es crea en tot procés d'ensenyament -aprenentatge però que fins ara era abstracte perquè existia en la interacció situacional entre les estructures cognitives individuals i l'espai físic on es produïa l'aprenentatge. L'únic inconvenient és, novament, que allò que hem guanyat en concreció, multimedialitat i estructuració ho hem perdut en socialització perquè, com que les interfícies són individuals, atomitzen el contacte més o menys intens però permanent amb els/les altres estudiants i amb els elements físics de l'entorn. I aquest és un element encara més essencial que l'anterior de l'entorn educatiu informal. En aquest sentit, caldria comptar amb estudis que comparessin l'efecte d'aquest tipus d'interfície en relació amb l'aprenentatge, el gaudi de la visita, la interacció física amb els/les altres visitants al llarg del recorregut, etc.

Tal com deia al principi, el Constructivisme considera que, perquè es produeixi un aprenentatge veritablement significatiu, la persona ha d'estar immersa en un entorn amb el qual interactua per extreure'n coneixement. Fins ara hem revisat els estudis que avaluaven l'efectivitat de la RV com a context d'aprenentatge. Ara passem a la relació que s'estableix amb aquest context. Durant un temps la Pedagogia va defensar que aquesta interacció havia de prendre la forma d'un descobriment i aquesta és la idea que s'ha traslladat a les aplicacions computacionals interactives (científiques), tal com es pot comprovar al *workshop* de Loughborough (Furness, Winn *et al.*, 1998: 7). Cristine Youngblut, en el seu informe per a l'Institut d'Anàlisi per a la Defensa, afirma que allò que la RV pot aportar específicament és la capacitat de proporcionar múltiples representacions, visualitzar conceptes abstractes, manipular l'espai i el temps i, sobretot, de fer-ho a partir de diversos tipus d'aprenentatge experimental i recerca guiada que d'una altra manera serien inaccessibles (Youngblut, 1998: 95). Així doncs, la RV no només recolza el Constructivisme sinó que, més concretament, ho fa a partir d'un enfocament experimental. Per això l'aprenentatge per descobriment és, juntament amb la multimedialitat, un dels principals arguments a favor de l'ús de les TIC en el procés d'ensenyament - aprenentatge i en alguns casos s'ha comprovat que, efectivament, la combinació de crear i emprar icones i símbols en un context experimental porta els/les estudiants a raonar abductivament (Osberg, 1997: 122) i, a través de la formulació i comprovació d'hipòtesis, a aprendre dels seus "errors" sense la por al fracàs que caracteritzava l'ensenyament tradicional (Osberg, 1997: 123). Tanmateix, com ja va passar amb la metodologia normal, la seva efectivitat també ha estat rebatuda i ho comprovarem en uns articles que comentaré a continuació i en l'apartat següent.

Diversos autors/es (Chan Lin, 2001: 411; Reid, Zhang *et al.*, 2003: 9; Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 225) coincideixen en afirmar que els estudis dedicats als avantatges o inconvenients l'aprenentatge per descobriment i la seva simulació computacional no són concloents. Si els seus beneficis són tan indiscutibles com propugnen algunes publicacions i jo mateixa, com és que les estadístiques no es mostren més contundents? Segons sembla, les principals causes són les dificultats en generar i adaptar les hipòtesis, el mal disseny dels experiments, les dificultats en la interpretació de les dades i els problemes a l'hora de regular el procés d'aprenentatge per descobriment (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 10).

El primer estudi dedicat a resoldre aquesta qüestió va procurar analitzar estadísticament les condicions internes que determinen l'efectivitat de l'aprenentatge per descobriment en lloc de fer servir evidències *ad hoc* (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 10). Aquestes condicions internes són: la significativitat del procés, la sistematicitat i lògica de les activitats i, finalment, la generalització reflexiva al llarg de tot el procés, que porta a un control permanent d'aquest i a la capacitat d'abstreure regles generals sobre el funcionament d'aquest procés i del fenomen estudiat (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 10). A partir d'aquí es van destil·lar tres tipus d'aportacions a l'aprenentatge que podien afavorir les simulacions virtuals (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 11):

- **Suport interpretatiu:** activació del coneixement, generació d'hipòtesis i construcció d'una comprensió coherent.
- **Suport experimental:** raonament formal.

- **Suport reflexiu:** metacognició, consciència del propi aprenentatge i abstracció de regles.

Els dos primers es van analitzar en un estudi realitzat amb 78 alumnes d'entre 12 i 13 anys, que havien de realitzar dos experiments sobre el comportament dels cossos dins l'aigua i que podien rebre, en funció del grup, dues menes d'ajuda del sistema: una relacionada amb els passos a seguir i l'altra amb com interpretar les evidències empíriques (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 12). La diferència entre el test previ i el test posterior va demostrar que, en termes generals, les simulacions ajuden a adquirir coneixements sobre un tema (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 17). A nivell global, l'estudi també va aportar una conclusió metodològica: la manca de diferència significativa entre el suport interpretatiu i l'experimental confirma que els tests d'avaluació tradicionals no són els més adequats per mesurar l'aprenentatge a través de les simulacions (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 17) perquè aquestes incideixen en aspectes qualitativament diferents. Els autors esperaven una interacció entre tots dos tipus de suport i aquesta es va produir en el cas de l'aprenentatge intuïtiu, la qual cosa significa que, perquè l'aprenentatge per descobriment sigui veritablement efectiu, cal que l'estudiant/a participi activament tant en els experiments com en les activitats explicatives sobre aquests (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 17).

Però, de tots, el resultat més rellevant va ser el paper del suport interpretatiu, ja que el grup que havia treballat amb aquesta ajuda mostrava més associacions altament elaborades entre el seu coneixement previ i la comprensió dels fenòmens hidrodinàmics (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 18). Per altra banda, es mostrava més hàbil en la resolució de problemes nous, la qual cosa indicava que era més capaç de generalitzar i aplicar els principis derivats dels experiments originals (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 18). Tots aquests resultats recolzen una de les principals assumpcions de l'estudi: que la construcció integradora de significat juga un paper crític en el procés d'aprenentatge per descobriment i, per tant, s'ha de tenir molt en compte a l'hora de dissenyar els projectes instructius. El suport experimental, en canvi, contràriament a allò que s'hauria esperat, no proporcionava resultats tan clars i només presentava un efecte significativament positiu, tal com he esmentat en l'apartat anterior, quan interactuava amb el suport interpretatiu (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 18) o bé amb alumnes més experimentats/des (Reid, Zhang *et al.*, 2003: 19). En qualsevol cas, el conjunt dels resultats recolza la importància de la significativitat i l'estructuració lògica dels processos d'aprenentatge per descobriment i implica que el suport a aquest model instructiu ha d'anar dirigit en aquest sentit per evitar la "contaminació" produïda en l'exemple posterior, que va desvirtuar completament el procés de descobriment i, com a conseqüència, va generar resultats negatius en aquest sentit.

Un equip interdisciplinari dels Països Baixos (Swaak, de Jong *et al.*, 2004) també va analitzar el procés d'aprenentatge per descobriment però va adoptar un enfocament lleugerament diferent: va comparar els efectes de l'aprenentatge per descobriment – associat a les simulacions virtuals– i de l'ensenyament expositiu –associat al Multimèdia– a l'hora de treballar uns continguts idèntics. Per mesurar el guany cognitiu es van dissenyar tres tests: un amb definicions –destinat a avaluar el coneixement factual–, un sobre coneixement intuïtiu, i un en què s'havien d'explicar relacions –per mesurar el coneixement procedimental (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 225). En els dos primers casos es va mesurar la correcció i la velocitat de resposta (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 225). Les hipòtesis a contrastar eren que el grup que treballés amb el Multimèdia

obtidria millors resultats en el test sobre coneixement declaratiu i l'altre, en canvi, sobresortiria en el test sobre coneixement intuïtiu. Els resultats van portar, en primer lloc, a la conclusió general que en tots dos casos augmentaven els coneixements sobre la matèria (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 232). També es va confirmar que el Multimèdia portava a obtenir millors resultats que la simulació en el test de definicions (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 232). Però, curiosament, també ajudava més a adquirir coneixement intuïtiu, tot i que les respostes del grup de la simulació eren més ràpides (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 232).

Aquesta darrera evidència és consistent amb el fet que el coneixement intuïtiu no és verbal, sinó basat en imatges i altres representacions mentals abstractes i, per tant, la recuperació des de la memòria davant una pregunta plantejada en els mateixos termes és més ràpida. Però, en canvi, com explicar que l'experimentació simulada no millora les habilitats interpretatives? L'equip investigador atribueix la causa al fet que, en realitat, no es tractava d'entorns "purs". La simulació presenta tres característiques distintives: riquesa perceptiva, expressada sota la forma de gràfics dinàmics; baixa transparència, perquè el domini de coneixement no es presenta obertament; i, finalment, possibilitat de dur a terme experiències actives a través dels experiments (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 232). Però, a l'hora de la veritat, els/les estudiants de la simulació empraven elements verbals perquè rebien explicacions i instruccions i en l'entorn multimèdia no hi havia animacions però sí gràfics estàtics que eren consultats tot sovint (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 232). La baixa transparència de la simulació també pot ser qüestionada perquè les equacions i explicacions verbals que els/les alumnes sol·licitaven a la màquina expressaven directament el domini (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 232). A més, en el cas del Multimèdia, el nombre d'interaccions –mesurat pel sistema– era molt similar (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 232) en un cas com en l'altre i, per tant, hem de considerar que, si més no des del punt de vista quantitatiu, tant actiu era un entorn com l'altre. Finalment, un altre motiu pot ser que el grup de la simulació no feia una veritable procés de descobriment perquè no sabien gaire per on tirar i llavors els havien de dirigir (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 233). Per tant, les condicions d'interacció eren molt similars en els dos grups.

Tenint en compte que, a l'hora de la veritat, les dues situacions experimentals no eren tan diferents, segueix quedant el dubte de per què el Multimèdia proporcionava millors resultats tant en el test de definicions com en l'intuïtiu. L'explicació de l'equip investigador és que els/les estudiants treballaven de manera més eficient amb aquest que no pas amb la simulació, perquè l'ordinador automatitza algunes accions que en el cas de la simulació s'havien de descobrir. És més, segons les conclusions exposades en altres articles (Brosnan, 1998; i Chou i Liu, 2005), l'ordinador redueix l'ansietat deguda als potencials errors associats a la realització de la tasca i permet centrar-se en altres aspectes més importants, (Karasavvidis, Pieters *et al.*, 2003: 126) com ara les qüestions conceptuals i factuais. Per tant, és molt possible que si el temps de contacte amb la simulació hagués estat superior, el grup que hi va treballar hauria acabat obtenint millors resultats perquè hauria tingut temps de realitzar el procés de descoberta (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 233). L'estudi de Kimberley Osberg també va evidenciar el temps com a element problemàtic o percebut negativament. D'una banda, els/les estudiants van remarcar com a un dels tres elements que menys els havia agradat la manca de temps perquè s'havien quedat amb la sensació de no haver completat adequadament la tasca (Osberg, 1997: 121). D'altra banda, els tests finals no va evidenciar diferències significatives entre la metodologia d'instrucció tradicional i la constructivista; l'autora

considera, com els autors neerlandesos, que si s'hagués atorgat més temps a l'experiència virtual, sí s'hauria produït una diferenciació, a favor d'aquesta darrera (Osberg, 1997: 132). En qualsevol cas, això ens alerta novament de les dificultats d'integrar aplicacions experimentals a l'exposició perquè l'aprenentatge per descobriment demana temps i els/les visitants de l'exposició en dediquen poc a cada recurs, sobretot si hi ha altres persones al voltant.

Totes aquestes qüestions plantejades per l'equip neerlandès (Swaak, de Jong *et al.*, 2004) no invaliden completament la utilitat de les simulacions que havia propugnat a "La RV i l'ensenyament - aprenentatge de l'Arqueologia al museu", però sí que demostra que la seva integració en el procés d'ensenyament - aprenentatge és delicat i no proporciona un guany cognitiu immediat, tal com havia anticipat en parlar d'aquesta qüestió: el principal problema de l'aprenentatge per descobriment és que les persones no saben què fer davant la simulació. Això planteja dos problemes. En primer lloc, que aquesta situació genera actituds negatives en les persones: els estudiants de Kimberley Osberg van esmentar la recerca com a cosa que menys els havia agradat de l'experiència educativa amb l'entorn virtual perquè, mentre que en les condicions tradicionals només havien d'absorbir el coneixement prèviament preparat amb tot detall, en l'aprenentatge per descobriment havien d'esforçar-se a buscar el coneixement, destriar allò rellevant d'allò irrellevant, establir per ells mateixos les relacions causals i comprovar que no estaven generant coneixement erroni (Osberg, 1997: 121, 129). Aquest no és únicament un problema de la tecnologia, sinó de l'aprenentatge per descobriment: és possible que en les classes tradicionals s'avorreixin però, a l'hora de la veritat, l'aprenentatge els és més fàcil perquè, gràcies a la influència del paradigma conductista, ja els ho donen tot "mastegat".

En segon lloc, si les ajudes amb guies, tutorials o explicacions, elimines els beneficis específics d'aquest recurs i llavors és millor l'entorn multimèdia (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 233). Per tant, les simulacions només s'han de fer servir, en opinió de l'equip investigador, quan s'espera extreure beneficis clars de la situació de descobriment, el domini de coneixement és complex i les persones tenen temps i llibertat suficients (Swaak, de Jong *et al.*, 2004: 225). Malauradament, aquesta no és una variable que caracteritzi la visita de l'exposició, ja que, com diversos estudis (Alcalde, 1992; Asensio, García Blanco *et al.*, 1993; Asensio i Pol Méndez, 1996b) han evidenciat, les persones passen poc temps davant dels recursos. Més concretament, en el cas dels interactius, un estudi qualitatiu va evidenciar que els visitants empraven els *hands-on* durant una mitja de dos minuts i rara vegada els completaven, amb la qual cosa, era molt difícil que s'hagués produït l'aprenentatge esperat (Bradburne, 2002: 2-3). És molt probable que aquest mateix problema, però accentuat, el tinguin els dispositius tecnològics perquè, en aquest cas, a més –o, més aviat, abans– dels continguts, cal aprendre el funcionament de la interfície.

En qualsevol cas, deixant de banda la utilitat real o no de l'aprenentatge per descobriment, cal tenir en compte que la seva associació o traducció directa com a interactivitat computacional presenta problemes perquè aquest concepte no és unívoc. En altres paraules, que l'aparent contradicció en els resultats pot ser deguda al fet que els diferents estudis analitzen formes diferents d'interactivitat: en un cas es tracta de jugar amb les variables temporals, biològiques o climatològiques; en un altre es tracta de navegar a diferents escales, des de l'atòmica a la planetària; en altres es tracta de construir el propi món virtual segons unes regles preestablertes. I llavors no es poden

comparar els resultats perquè les reconstruccions ja preparades s'acostumen a fer servir perquè els/les estudiants les manipulin per tal d'aprendre conceptes bàsics i complexos; mentre que l'objectiu subjacent a aquelles aplicacions en què cadascú ha de construir el seu món virtual acostuma a ser la demostració del coneixement que han adquirit abans (Youngblut, 1998: 98). Per altra banda, crec que, en el cas de l'Arqueologia, la funció de la simulació no és estrictament cognitiva sinó també epistemològica. És a dir, que no es tracta d'aconseguir una comprensió significativa a través de la reestructuració autònoma sinó, més aviat, comprendre el procés de recerca arqueològica, i això un Multimèdia no ho pot reflectir completament perquè el seu model de transmissió de coneixement és més aviat memorístic - associatiu. Per tant, abans de pronunciar-se definitivament a favor o en contra, caldria poder realitzar una anàlisi empírica sobre un cas caracteritzat exactament per aquestes condicions: comparar les actituds i els resultats finals d'una seqüència d'aprenentatge duta a terme al museu amb una simulació i un multimèdia arqueològics.

II.5.3.3.6.3.3. Habilitats cognitives

Els estudis empírics sobre els tipus d'aprenentatge o les habilitats més afavorits per l'ús de la RV com a eina educativa proposen conclusions contradictòries, que contribueixen al debat sobre l'abast de les TIC. Aquesta és una discussió que fins i tot ha començat a posar en crisi les concepcions constructivistes de l'aprenentatge. Comencem a abordar aquest aspecte des d'una perspectiva general. Traub, basant-se en Gagné, distingeix cinc tipus d'habilitats o d'objectius instructius que participen en el procés d'ensenyament - aprenentatge i els compara amb les capacitats de la tecnologia per veure com aquesta hi pot contribuir (Traub, 1994: 109-110):

- **Verbals:** la tecnologia és molt útil perquè facilita la contigüitat, la repetició i el reforç. Així, els professors i les professores poden deixar una mica de banda aquest tipus de coneixements i centrar-se en les habilitats complexes que realment demanen una interacció personal, com ara les estratègies cognitives.
- **Intel·lectuals:** per als processos simbòlics, com ara el llenguatge i la quantificació, que s'aprenen a través de la combinació de la pràctica i els processos col·laboratius, es poden emprar gran quantitat d'eines, entre elles, els ordinadors.
- **Estratègies cognitives:** la resolució de problemes i la modificació de la conducta s'ensenyen molt millor a través de la instrucció interpersonal. Tot i que existeixen programes per resoldre problemes, sempre és millor la supervisió d'una persona.
- **Actituds:** els estats interns evolucionen a través del temps i influeixen en les accions, que també estan condicionades per l'entorn. La televisió és avui dia el millor sistema per influir en les actituds.
- **Motrius:** Actualment és una activitat més relacionada amb l'experiència que amb la tecnologia.

Traub considera que la tecnologia no és apta per qualsevol tipus d'aprenentatge. Segons la seva opinió, és útil per al verbal i l'intel·lectual perquè els ordinadors són molt eficients en l'aprenentatge basat en estímulo - resposta, però no per al cognitiu i motriu perquè demanen experiència i intercanvi interpersonal (Traub, 1994: 110). D'aquesta llista es desprèn que la concepció que l'autor té de l'aprenentatge és més propera als models memorístics - associatius tradicionals que no pas al constructivisme en general i, encara menys, a l'aprenentatge per descobriment. I també sembla que associa la tecnologia amb les "antigues" computadores en lloc de tenir en compte les possibilitats de les noves TIC.

Tanmateix, podem dir que les seves previsions no són completament errònies. Tammy Knipp, de la *Florida Atlantic University*, va dur a terme un estudi informal el gener del 2003 per comprovar si, havent observat una disminució de les habilitats cognitives involucrades en la creació artística, podia ser que fos degut a l'ús dels ordinadors com a eina de disseny (Knipp, 2003: 2). L'estudi va començar per la separació dels seus i les seves alumnes d'art en tres grups, als quals es va passar un qüestionari per recollir informacions demogràfiques i sobre el nivell de familiaritat amb els programes de CAD. Després se'ls va sotmetre al test de Rey, una prova sobre organització perceptiva i memòria visual que s'utilitza habitualment en les avaluacions neuropsicològiques (Knipp, 2003: 4), però amb diferents condicions per cada grup: a diferència del primer, els altres dos van ser exposats a dues menes d'exercicis, visuals i que combinaven simulacions tàctils i cinestèsiques, abans de realitzar el test.

La comparació de les puntuacions obtingudes per cada persona a l'interior dels grups va evidenciar que hi ha un seguit de factors que influeixen negativament en els resultats (Knipp, 2003: 6-7): la no realització dels exercicis previs, els coneixements avançats de software, l'edat –la memòria visual comença a disminuir a partir dels 40 anys–, el gènere –coincidint amb els estudis que demostren que les dones posseeixen més memòria visual que els homes– i, sobretot, el tipus d'especialitat artística –els/les escultors/es eren millors que els/les pintors/res. És molt significatiu constatar que la mitjana per aquest test el 1944 era de 32 punts, mentre que en aquest estudi va ser de 18. L'autora considera que aquesta reducció pot ser deguda a la generalització massiva a partir de la segona meitat del s. XX dels mitjans de comunicació visuals (Knipp, 2003: 7) i invoca un seguit d'experiments sobre percepció i psicologia cognitiva que confirmarien les seves observacions informals. En primer lloc (Knipp, 2003: 7-8), els estudis clàssics de Richard Held i Alan Hein (1963) amb dos gatets als quals es privava de visió fins que aprenien a caminar. Llavors se'ls situava dins un "carroussel" en què un estirava i feia girar el mecanisme, mentre que l'altre restava passiu i només mirava des de dins un cistell situat a l'extrem oposat que també feia voltes empès pel primer gat. Els resultats van revelar que el gat actiu desenvolupava habilitats perceptives extensives, mentre que l'altre quedava "retardat", la qual cosa demostrava que la percepció no inclou únicament la mirada sinó la interacció amb l'entorn de tot el cos. La idea de Tammy Knipp és que, si més no en el context de les arts visuals, els programes de CAD actuen com el carroussel dels gatets perquè, malgrat que es van adoptar amb entusiasme pensant que alliberarien de tasques pesades, acaben fent que els/les estudiants esdevinguin passius però, alhora, que manifestin un fals sentiment de seguretat, creient que el talent artístic és sinònim de domini de l'ordinador (Knipp, 2003: 8).

El segon element de comparació són els estudis de David Rosenbaum [(Rosenbaum, 2001), citat a (Knipp, 2003: 9)] sobre el desenvolupament de les habilitats sensorials - motores. Malgrat que les versions tradicionals sostenien que les habilitats intel·lectuals i les sensorials - motores estan situades en diferents parts del cervell i depenen de circuits diferents, les actuals tècniques de visualització de les activitats cerebrals han permès de comprovar que el cerebel, que habitualment controla l'equilibri i la coordinació motora, també funciona durant la producció de paraules, la discriminació tàctil i el manteniment de la informació en la memòria de treball; semblantment, el còrtex motor també intervé d'alguna manera en els nivells més superiors de planificació [(Rosenbaum, 2001), citat a (Knipp, 2003: 9)]. Això significa que les habilitats intel·lectuals i perceptives - motores s'expressen de manera diferent però que les formes d'adquisició són similars. I també s'ha comprovat que, malgrat que estan molt lligades a la maduració cognitiva – les perceptives es desenvolupen abans que les intel·lectuals es manifestin– també depenen de la relació amb l'entorn [(Rosenbaum, 2001), citat a (Knipp, 2003: 9)]. Això explicaria per què els exercicis visuals i hàptics milloraven els resultats de les persones que van participar en el seu estudi: anticipaven les capacitats perceptives necessàries pel desenvolupament conceptual i intel·lectual necessari per aquella tasca (Knipp, 2003: 10).

Un darrer element emprat per recolzar les conclusions de l'estudi de Tammy Knipp són els experiments que demostren la relació entre la percepció tàctil i cinestèsica i la memòria: sembla que el tacte augmenta les capacitats perceptives i aquestes, al seu torn, afavoreixen la capacitat de la memòria a llarg termini [(Craig, 1999; Klatzky i Lederman, 2000), citats a (Knipp, 2003: 10)]. Això significa que l'aprenentatge no es basa únicament en veure passar imatges sinó en l'experiència sensorial i l'acció de tot el cos, una afirmació que quedaria confirmada per un estudi de Susan Greenfield presentat per ella mateixa en una conferència [esmentada a (Knipp, 2003: 11)] en què demostrava que els taxistes de Londres tenien un hipocamp –àrea del cervell relacionada amb la memòria– major que altres homes i dones de la seva edat perquè la seva professió exigeix una gran memòria espacial i l'havien aconseguida a través de quilòmetres i quilòmetres de recorreguts per la ciutat.

En canvi, els estudis realitzats des de la perspectiva del model de processament de la informació insisteixen en la necessitat que la comunicació millora quan es limiten els canals de comunicació perquè els estímuls es barregen i disminueix l'atenció (Biocca i Levy, 1995a: 148). Naturalment, aquesta afirmació evidencia les assumpcions implícites de l'aproximació des de la cibernètica: d'una banda, hi ha la influència de la teoria matemàtica de la comunicació, que prediu els efectes negatius del "soroll" i la influència de les condicions del canal; i també s'hi manifesta el funcionament bàsic de les computadores, que treballen amb elements completament abstractes i discretitzats. Això s'extrapola de la cibernètica a la percepció humana i, per aquest motiu, s'assumeix que cada sentit actua independentment dels altres –no existeix una percepció sensorial global, cinestèsica, tàctil, visual, auditiva, olfactiva i emotiva– i es considera que cal concentrar tota l'atenció en un únic sentit perquè d'aquesta manera la comprensió del missatge és més clara. Com demostren els estudis presentats per Tammy Knipp, potser sí que la recepció és millor des del punt de vista quantitatiu –és a dir, de l'optimització del canal tal com la planteja la teoria matemàtica de la comunicació– però no pas qualitatiu, de riquesa i complexitat de la percepció.

Els estudis de psicologia evolutiva humana també recalquen la importància transcendental de la percepció sensorial - motora en el desenvolupament de les habilitats cognitives de les persones: a través del tacte i l'observació s'aprenen les propietats superficials dels objectes; però a través de l'acció s'aprenen les seves reaccions i propietats funcionals i això contribueix a l'establiment dels esquemes bàsics d'acció del món, en el qual també participa el llenguatge perquè la seva primera funció durant la infància és dirigir l'acció de les altres persones sobre els objectes o sobre un/a mateix/a (Tijus, 1995: 47). Aquesta afirmació recolza les conclusions de Tammy Knipp però també aporta les bases per la "defensa" de la RV: les imatges estàtiques, el VH, només informen de l'estat superficial dels objectes i, per aquest motiu, aporten un ensenyament molt pobre; però la RV és interactiva, visualment realista i també pot ser immersiva, amb la qual cosa s'acompleix la possibilitat de comprendre el món a través de la seva manipulació, malgrat que aquesta no es produirà de manera directa sinó a través d'una interfície i, per aquest motiu, el seu ús s'ha de reservar a edats més avançades i a objectes de coneixement que no exigeixin una interacció física directa ja que, perquè la conceptualització del món sigui correcta, cal que aquesta interacció segueixi les lleis físiques de la realitat (Tijus, 1995: 47). Com que la RV pot trencar-les i, en qualsevol cas, es tracta d'una representació subjectiva –cal tenir present en tot moment que no es tracta de la realitat sinó d'una reconstrucció d'aquesta–, insisteixo en la necessitat de no adoptar la RV com a única forma de relació amb la realitat sinó com a eina metacognitiva, és a dir, com a instrument d'aprenentatge sobre el coneixement humà. Precisament, Alessandro Antonietti i Manuela Cantoia sostenen la mateixa idea i l'expressen amb aquestes paraules (Antonietti i Cantoia, 2000: 213):

"... VR may allow students to "get into" the representation simulated by the computer, so that they can mentally act on the relation they have with the representation of the world instead of acting on the relation they have with the world itself."

És una diferència molt subtil però les seves conseqüències epistemològiques, educatives i filosòfiques són transcendents.

Tornant a l'estudi de Tammy Knipp, l'autora defensa el fet que l'aprenentatge global estimula les neurones, les reforça i evita malalties neurodegeneratives (Knipp, 2003: 11). Això implica una visió força negativa i alarmista de les TIC perquè s'insinua que potser l'augment d'aquest tipus de malalties també es pot correlacionar amb l'accés massiu a la televisió i als ordinadors. Per què abans no passava si les persones es dedicaven a altres activitats altament intel·lectuals, com ara la lectura? Possiblement perquè els llibres exigeixen una gran intervenció de la vista, però obliguen a fer funcionar la imaginació per crear representacions de la narració, mentre que els mitjans audiovisuals, a més de reduir l'activitat motora i perceptiva, també proporcionen les imatges, amb la qual cosa al cervell li queda poca feina per fer.

Però cal tenir present que estem parlant d'imatges destinades únicament a la visualització i que els paràmetres mesurats són els que es consideraven tradicionalment, mentre que la RV podria posar en marxa altres habilitats perquè, com que és immersiva, icònica i interactiva, es distingeix clarament dels recursos educatius tradicionals. Alessandro Antonietti i Manuela Cantoia, del Laboratori de Psicologia Cognitiva de la Universitat Catòlica del Sagrat Cor a Milà, van realitzar un estudi comparatiu basat en premisses constructivistes –la RV com a context d'aprenentatge concret, visual i

immersiu (Antonietti i Cantoia, 2000: 221)– per comprendre com influeix la RV en la construcció de significats (Antonietti i Cantoia, 2000: 215). També van treballar amb exemples artístics, perquè es tracta d'un àmbit polisèmic i obert a múltiples interpretacions, i les anàlisis estadístiques els va portar a conclusions oposades a les de Tammy Knipp: la RV aconsegueix una doble funció, cognitiva i metacognitiva, i també contribueix a estimular la imaginació.

L'experiment va consistir en comparar les respostes a un qüestionari amb quatre preguntes obertes sobre el significat d'una obra pictòrica desconeguda. El qüestionari va ser lliurat, després d'una estona d'observació, a dos grups de vint estudiants/tes de Psicologia, repartits/des equitativament quant a sexe, edat i curs: mentre que els membres d'un grup només veien una fotografia, els altres s'asseien davant d'un ordinador i navegaven per dins la reconstrucció virtual de la pintura (Antonietti i Cantoia, 2000: 215, 222). Les respostes es van classificar per categories i es van sotmetre a un X^2 per comprovar si hi havia associacions significatives entre les respostes i apareixien patrons coherents. En primer lloc, es va veure que hi havia un lligam entre els títols donats i el tipus d'interpretació (Antonietti i Cantoia, 2000: 216). També es va realitzar una comparació entre els dos grups per comprovar si les condicions d'observació influeixen en la resposta i es van obtenir els següent resultats (Antonietti i Cantoia, 2000: 219-220):

- El grup de la RV proposava amb més freqüència títols perceptius - espacials i oferia més respostes de caràcter abstracte.
- Les respostes del grup de la imatge contenien més elements inferencials, interpretatius, culturals i relacionats amb el caràcter, mentre que les de la RV contenien més elements imaginatius, explicatius, personals i relacionats amb l'entorn.
- Només el grup de la RV va inventar títols plantejant una metaperspectiva i va donar respostes de caràcter tècnic.

En conclusió, aquest estudi va revelar (Antonietti i Cantoia, 2000: 222) que, en treballar amb una reconstrucció virtual, els/les estudiants eren induïts a assumir espontàniament una metaperspectiva, és a dir, no pas a pensar què era allò sinó per què era així, ja que el grup que havia treballat amb la RV mostrava un major interès per les tries o les tècniques pictòriques de l'autor. També els va portar a conceptualitzar l'experiència a un nivell més abstracte, com es dedueix del fet que proposessin més títols, interpretacions i comentaris abstractes. Finalment, la RV va estimular més una elaboració lliure i imaginativa dels estímuls perquè els membres d'aquest grup van oferir més respostes basades en la seva experiència vital o en lligams associatius. En canvi, les persones que havien observat la imatge van tendir a subratllar els aspectes culturals o inferencials i adoptaven un enfocament més especulatiu, en què s'esmentava l'obra de l'autor en el seu context històric (Antonietti i Cantoia, 2000: 222).

Així doncs, es demostra empíricament que, si més no en aquest cas concret, la RV activa processos cognitius diferents dels que actuen en una experiència basada en una perspectiva estàtica i no immersiva. La RV té una aplicació educativa distinta i clara, especialment en el cas concret de les assignatures de Ciències Socials: permet descobrir i analitzar fenòmens reals a través de la seva manipulació, però també ser conscient de

les concepcions que hi ha darrera de les imatges creades per una altra persona o dels propis models mentals i entendre'n els motius perquè explicita els processos intel·lectuals que han conduït a aquelles representacions. I, com també feien Meredith Bricken i Chris Byrne o Barry Harper, John G. Hedberg i Rob Wright (Bricken i Byrne, 1993; Harper, Hedberg *et al.*, 2000a), afirmen que la RV estimula la imaginació. Això contrasta amb les conclusions d'autors com Traub, Ferrington i Lodge (Ferrington i Lodge, 1992: 17) o Tammy Knipp (Knipp, 2003) que consideren, respectivament, que la RV només serveix per les activitats verbals i intel·lectuals, per les sensorials i motores o bé que inhibeix el desenvolupament cognitiu.

De totes maneres, tots els estudis anteriors s'han centrat en el paradigma del PC, que està molt limitat perquè la interacció amb la reconstrucció no es realitza de manera natural. Quan es tracta de RVI, els resultats són uns altres, com demostra la publicació dels resultats aconseguits al *VENLab*, un entorn immersiu de grans dimensions creat al Departament de Ciències lingüístiques i cognitives de la *Brown University* a Providence, Rhode Island, amb l'objectiu de simular móns molt realistes des del punt visual i cinestèsic, en què totes les variables es poden alterar a conveniència i, per tant, es pot estudiar el funcionament del cervell sense necessitat de recórrer a les seves disfuncions (Tarr i Warren, 2002: 1090). Els diversos experiments realitzats per comprovar el paper dels diferents sentits en l'aprehensió del món han portat a les següents conclusions (Tarr i Warren, 2002: 1090):

- La conducta locomotiva per arribar a un lloc es basa tant en la informació proporcionada pel flux visual com per la posició egocèntrica, tot i que, quan està disponible la primera, es basen molt més en aquesta.
- En canvi, el comportament instintiu es basa més en les informacions proporcionades pels sentits, quan aquestes estan disponibles.
- Finalment, les persones es mouen en el seu entorn formant representacions o mapes de navegació que no es basen en la mètrica euclidiana, sinó en l'estructura ordinal²²².

La clau de l'èxit de la RV, en aquest cas, és el realisme, proporcionat per la conjunció de tres factors: la velocitat de resposta, l'amplitud del camp de visió i la llibertat i naturalitat de moviments (Tarr i Warren, 2002: 1090). Però és precisament aquesta capacitat de substituir la realitat allò que preocupa Charles-Albert Tijus (Tijus, 1995: 48-49) i Christian Cadaugade (Cadaugade, 1995: 60), perquè consideren que la simulació realista pot comportar el perill que les persones i, sobretot les més joves, no siguin conscients de la distinció entre el món i la seva representació, entre realitat i ficció, i apliquin a la seva vida social unes regles establertes per un món de fantasia, que poden ser qüestionables o, per la seva manca de transcendència real, conduir a frustracions quan es confronten a la complexitat de la vida. Tot i amb això, és molt possible que aquest perill només s'acompleixi en el cas dels videojocs –com veurem en l'apartat específicament dedicat a aquests– i no pas en el de les simulacions educatives o bé que només ho sigui per sota d'una determinada edat: com va fer patent l'estudi dut a terme per un equip mixt de les Universitats de Plymouth i Sheffield (Spicer i Stratford, 2001), els/les estudiants de Biologia no consideraven que la RV constitueixi o hagi

²²² Comprovat pel fet que perquè no tenien cap problema a moure's per un jardí simulat en què s'havien distorsionat alguns angles o distàncies (Tarr i Warren, 2002: 1090).

d'actuar com a substitució de les pràctiques reals, malgrat que van expressar la seva convicció que els Entorns Virtuals d'Aprenentatge són molt motivadors i útils per aprendre i que, en el cas concret del treball de camp, potser no el substituïen però sí que podien ser útils per preparar la visita i augmentar el seu aprofitament (Spicer i Stratford, 2001: 352). Aquests resultats demostren que, si més no aquests/es estudiants universitaris/àries posseeixen una concepció realista de les TIC, potser més que alguns dissenyadors/es o educadors/es que les han incorporades a l'entorn educatiu sense preguntar-se si eren apropiades i quina funció hi podien acomplir.

II.5.3.3.6.3.4. Forma i contingut

En aquest apartat recolliré diversos estudis que toquen de ple el tema central d'aquest treball o, més aviat, que s'hi poden extrapolar perquè es refereixen a la relació entre la representació, la comprensió i l'aprenentatge d'un àmbit de coneixement. Durant la present secció, dedicada a la pragmàtica de la RV, he esmentat diverses vegades que considero que la seva funció en relació amb l'Arqueologia és ajudar a entendre, en el nivell més bàsic, com s'extreuen conclusions de tipus social a partir de relacions purament espacials i temporals. En aquest sentit, diferents estudis demostren que l'aprenentatge d'un domini passa per la comprensió dels seus sistemes de representació (Wood, 1999: 84-85):

- En general, s'ha comprovat que les representacions diagramàtiques ajuden a identificar patrons i regularitats del fenomen estudiat.
- Les recerques sobre l'aprenentatge amb ordinadors han demostrat que és més fàcil comprendre i extreure lleis generals a partir de les regularitats expressades gràficament, que no pas directament a partir de les representacions numèriques.
- Els estudis sobre raonament humà han evidenciat que els diferents tipus de representació indueixen diferents perspectives perquè, malgrat que puguin contenir exactament la mateixa informació, recolzen estratègies cognitives diferents.
- Les comparacions entre els resultats obtinguts per experts/tes i principiants recolzen la idea que els/les primers/res manipulen i trien més fàcilment diferents tipus de representació en funció de la tasca perquè posseeixen una concepció més global i aprofundida del domini de coneixement, mentre que els/les altres en tenen una visió més fragmentada i factual i només poden actuar sobre els aspectes superficials.
- Els estudis de psicologia cognitiva i evolutiva han consolidat la idea que les persones prefereixen diferents formes de coneixement –per exemple, icònica, simbòlica i activa– i que cadascuna indueix diferents formes de representació i conceptualització.

Així doncs, la comprensió i aprenentatge d'un domini de coneixement exigeix la comprensió de tots els recursos representatius que posa en joc i les aproximacions que permet cadascun. En el cas concret de la RV es tracta de les representacions icòniques interactives. Diversos estudis citats per Kimberley Osberg han mostrat que les imatges

són una eina essencial per comprendre les relacions espacials i que, fins i tot, la traducció entre diferents sistemes simbòlics produeix una millora de les capacitats cognitives superiors, especialment les relacionades amb el llenguatge comunicatiu predominant que, en el cas de la RV seria el visual (Osberg, 1997: 131). Però també cal tenir present que amb la RV estem introduint un intermediari i que el potencial educatiu dels ordinadors està limitat per la seva programació i les capacitats de comunicació amb la màquina (Wood, 1999: 84). És a dir, que l'ordinador o la RV no són les eines educatives definitives sinó que només podran acomplir aquelles funcions que els permetin o que afavoreixin les seves característiques específiques. En el cas concret de la RV, seran les funcions que es desprenguin de la possibilitat de simular la interacció visual, auditiva i tàctil amb un fragment de la realitat. Però també cal tenir en compte que hi entra en joc un doble nivell semiòtic: el de la disciplina i el de la màquina que, tot i compartir el fet de basar-se en el llenguatge visual i el mètode hipotètic - deductiu, estan caracteritzats per unes regles de funcionament que no són intuïtives i que poden diferir com a conseqüència de la interfície computacional. Així doncs, la persona ha de comprendre el sistema de representació del contingut a través de la seva traducció dins la RV.

I això pot significar un problema per aquelles persones que pateixen en major o menor grau l'anomenada "ansietat de les computadores", un fenomen psicològic i social real estudiat durant els anys 80 i 90. Tot i que les correlacions amb l'edat, la personalitat, els estudis i altres ansietats no han estat gaire aclarides, se sap amb certesa que afecta directament i de manera negativa el procés d'aprenentatge perquè les persones que la pateixen obtenen sistemàticament puntuacions inferiors en els tests (Brosnan, 1998: 224, 230). La causa més probable és que la creença que no es "domina" la màquina afecta la confiança en la capacitat de resoldre aquella tasca i això provoca que, efectivament, s'adopti una estratègia superficial i poc sistemàtica, amb la qual cosa se'n ressent el resultat final (Brosnan, 1998: 231). Aquest estudi confirma, per al cas concret dels ordinadors, els efectes negatius de l'escala N i de l'estil cognitiu basat en la reflexivitat / impulsat que havíem vist en parlar de les variables lligades a la personalitat. Però també s'ha de tenir en compte que no es tracta d'un problema que afecti les computadores en general, sinó que depèn de la tasca que es realitzi. Per exemple, s'ha comprovat que aquelles persones que posseeixen una baixa habilitat verbal presenten majors nivells d'ansietat si l'objectiu de la tasca realitzada amb l'ordinador implica l'expressió escrita [(Reed, 1992), citat a (Brosnan, 1998: 231)]. Això significaria, novament, que la RV supera les possibilitats dels ordinadors de cara a l'aprenentatge perquè es basa en un llenguatge molt més immediat i intuïtiu: la simulació multisensorial del món real.

Un altre factor –molt relacionat amb l'anterior– que pot afectar la comprensió d'un domini i que no té únicament a veure amb les capacitats de la persona és la presentació formal en un entorn virtual. Cal tenir en compte que aquí la informació no està present en tot moment, sinó que s'actualitza durant la navegació i, per tant, això pot dificultar la percepció global del tema. Dos investigadors de la Universitat de Twente, als Països Baixos, van dur a terme un estudi comparatiu per comprovar l'efecte de diferents formats d' "índex" d'un entorn hipertextual (de Jong i van der Hulst, 2002: 219): un que reproduïa espacialment la relació entre els nodes; un en què estaven disposats a l'atzar – grup de control–; i un darrer en què també hi havia una disposició atzarosa però en canvi es ressaltaven els textos de diferents maneres per induir una exploració similar a la de la disposició espacial. El grup de control va obtenir els pitjors resultats i, malgrat que

no hi va haver diferències significatives entre el grup de la disposició espacial i el dels *links* visuals a l'hora de recordar el contingut dels nodes, el primer va adquirir una millor comprensió de l'estructura de coneixement general (de Jong i van der Hulst, 2002: 228). De cara a l'ús d'entorns virtuals o multimèdia en l'ensenyament -aprenentatge de dominis de coneixement complexos com ara l'Arqueologia, això és rellevant perquè significa que l'adquisició de coneixement no depèn tant de la ruta d'exploració com de la immediatesa de la presentació dels continguts, ja que la disposició visual és portadora de coneixement per ella mateixa (de Jong i van der Hulst, 2002: 219).

I ara, després d'haver tractat la qüestió formal, passem als continguts. La idea general d'aquest apartat és que si la RV es demostra útil en relació amb l'aprenentatge de l'Astronomia, la Física, les Matemàtiques o la Geologia, probablement també és útil per l'Arqueologia, atès que, en el nivell més elemental, treballen amb els mateixos elements: l'espaciotemporalitat²²³. Per exemple, un dels elements més essencials i més difícils de comprendre del coneixement històric és el temps. Precisament, C. Panagiotakopoulos i G. Ioannidis van dur a terme un estudi pioner per comprovar si l'ús de la tecnologia multimèdia afavoria l'adquisició d'aquest tipus de contingut. Amb aquest objectiu van triar a l'atzar 373 nens i nens d'entre quatre i deu anys d'una població del Peloponès, van comprovar que cap no tingués problemes de salut o dificultats d'aprenentatge, i van assignar-los estadísticament a diferents grups per assegurar-se que la intervenció de l'ordinador era l'únic factor influent en els resultats del test (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 333). Cadascun d'aquests grups es dividia en dos: un que realitzaria els experiments a partir d'elements de presentació reals – cronòmetres, joguines, accessoris elèctrics, rellotges, dibuixos, tubs amb líquid– i un altre que treballaria amb les reconstruccions virtuals d'aquests mateixos elements (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 335). També es van tenir molt en compte les condicions de realització i es va procurar que fossin les mateixes per tots els grups (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 335).

Amb aquesta base es va sotmetre els diferents grups a sis experiments destinats a examinar, respectivament, els conceptes de simultaneïtat, igualtat d'interval sincrònic, ordre d'esdeveniments, concepte d'època a partir d'una imatge, aspectes cíclics del temps a partir d'esdeveniments rítmics en períodes curts, aspectes cíclics del temps a partir d'esdeveniments rítmics en períodes llargs (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 335). Després es va atorgar una escala de puntuació a cada resposta, procurant que la puntuació total per cada experiment fos la mateixa, malgrat que el nombre de preguntes podia variar de l'un a l'altre. També es van realitzar tests estadístics per comprovar si existien diferències significatives entre els diferents grups d'edat i entre els grups que havien treballat amb els objectes reals, respecte dels que havien fet servir les reconstruccions virtuals (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 343-344). Un cop preparades les dades, es va realitzar una anàlisi de regressió múltiple per comprovar la influència dels diferents factors – sexe, edat, ocupació dels pares i mètode d'observació– en la comprensió dels diferents conceptes temporals i es va poder constatar que els únics

²²³ Malauradament, i com ja he esmentat diverses vegades anteriorment, mentre que les aplicacions científiques estan dissenyades per a una aproximació experimental, les que tenen a veure amb l'Arqueologia només estan pensades per proporcionar, en paraules de Daniel Fällman, "*a sense of being there*", és a dir, únicament per a la visualització, la qual cosa demostra altra vegada la poderosa influència de la concepció de la disciplina i la consegüent dificultat d'equiparar unes i altres aplicacions.

que mostraven una correlació significativa eren l'edat i el mètode (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 346-347).

Pel que fa a l'edat, els/les més petits –de quatre a sis anys– obtenien millors resultats quan la informació verbal i visual anava acompanyada d'un so inequívoc al principi i final del fenomen, un element que només existia en les simulacions virtuals (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 347). En relació amb el mètode, els resultats van evidenciar que l'ús de la RV és millor en tres circumstàncies (Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002: 347):

- Quan l'entorn a través del qual s'examina el temps no és estàtic, sinó que implica moviment o canvis.
- Quan es poden remarcar o emfasitzar aspectes concrets a través de sons, gràfics, moviments, etc. que ajudin l'infant a comprendre el fenomen amb més precisió i, per tant, evitin errors de percepció o judici.
- Quan es vol guanyar en precisió o evitar la interferència de detalls que no tinguin res a veure amb el fenomen però puguin confondre l'infant.

Diversos estudis específics també van servir per confirmar que la RV permet aprendre diferents continguts i habilitats essencials en Arqueologia, com ara les espacials (Baxter i Preece, 1999; Bricken i Byrne, 1993; Roussou i Drettakis, 2005; Song i Lee, 2002). El primer cas va demostrar que els/les alumnes comprenien ràpidament conceptes relacionats amb l'espai –coordenades cartesianes, atributs dels objectes, posició i orientació en la navegació, graus de llibertat, organització de les dades, etc.– perquè eren capaços de vincular jeràrquicament els elements gràfics segons les restriccions específiques proporcionades per la màquina (Bricken i Byrne, 1993: 215). En el segon cas, es tractava d'explicar els fenòmens astronòmics més característics de la lluna, amb la qual cosa els gràfics animats també estaven ajudant a l'aprenentatge d'un domini en què la comprensió espacial és important (Baxter i Preece, 1999: 330). El tercer cas corresponia a una classe de geometria, en què un grup treballava amb representacions virtuals d'objectes i un altre amb llapis i paper i les explicacions tradicionals (Song i Lee, 2002). Els resultats van confirmar que en el cas de les informacions de tipus espacial la RV obtenia millors resultats que no pas les descripcions verbals (Song i Lee, 2002: 155). En el darrer cas, l'objectiu dels investigadors era comprovar la utilitat de la RV en context d'ús reals i per aquest motiu van dissenyar, implementar i avaluar dues aplicacions, una destinada a ajudar els/les arquitectes en un projecte de reestructuració urbanística a la ciutat de Niça, i una altra dirigida a la comprovació d'hipòtesis de reconstrucció arquitectònica d'un temple dòric (Roussou i Drettakis, 2005). La conclusió va ser que la RV era una eina adequada perquè permetia manipular molt fàcilment entitats espacials i, sobretot, que superava el CAD tradicional perquè era capaç d'alterar la mida i la localització dels objectes i canviar de punt de vista sempre en un entorn fotorealista, la qual cosa ajudava a visualitzar el resultat final (Roussou i Drettakis, 2005).

Per tant, l'ús de la RV no és sempre millor sinó només en algunes circumstàncies específiques, concretament aquelles en què l'aprenentatge d'un determinat contingut pot ser recolzat a través del so, els gràfics i el moviment. Això reforça la idea de la utilitat de la RV com a model dinàmic per representar gràficament fenòmens reals relacionats

amb les dimensions espacials i temporal, precisament aquells que caracteritzen l'Arqueologia i que, en molts casos posseeixen un elevat grau d'abstracció. En aquest sentit, un altre dels avantatges de la RV, propugnat per nombrosos articles, és que no només representa gràficament sinó que també ofereix la possibilitat de manipular les representacions i, d'aquesta manera, la comprensió abstracta queda substituïda per l'observació empírica del comportament causat per les accions de l'usuari o la usuària.

Amb això entrem de ple en el debat sobre els avantatges i inconvenients de les simulacions que, com ja hem vist en el debat sobre el tipus d'habilitat afavorit per la RV, parteixen de la premissa, demostrada pels estudis de cognició, que les persones categoritzen el món no pas per les qualitats inherents de les coses sinó per la seva interacció amb elles. Per això Valerie Casey considera, com jo mateixa, que moltes aplicacions actuals desaprofiten el potencial real de la RV (Casey, 2003: 16). Segons un equip del *Center for Technological Education* d'Holon (Israel), la RV contribueix a augmentar la motivació, a ser capaç d'identificar i corregir les pròpies concepcions i a relacionar les representacions formals amb els objectes reals (Ronen i Eliahu, 2000: 14). Els autors van arribar a aquestes conclusions després d'un estudi comparatiu en què 63 parelles d'estudiants, d'uns 15 anys de mitja, havien de realitzar uns exercicis sobre circuits elèctrics –dibuixar un diagrama i construir-ne un de real–, uns/es a partir de les representacions tradicionals i els/les altres amb l'ajut d'un Entorn Virtual d'Aprenentatge (EVA) que simulava els objectes reals i, segons la hipòtesi de partida, havia d'ajudar a establir el lligam entre la descripció teòrica i el funcionament real (Ronen i Eliahu, 2000: 15). Els resultats estadístics van mostrar diferències significatives quant a la correcció dels exercicis, clarament en favor del grup que havia treballat amb la simulació (Ronen i Eliahu, 2000: 23). Tanmateix cal fer una puntualització. Com que l'ús de la simulació era opcional, tres grups d'alumnes no la van aprofitar (Ronen i Eliahu, 2000: 25):

- Els/les estudiants amb un bon domini del tema van treure bons resultats sense necessitat de la simulació.
- Els/les que tenien un nivell molt baix de coneixement del tema van realitzar una temptativa d'ús per assaig i error i no es van beneficiar de les característiques de la simulació.
- Els/les que es declaraven hostils als ordinadors i no van voler-los fer servir.

Aquestes especificacions tornen a confirmar algunes conclusions exposades en l'apartat dedicat a les variables dedicades a la persona perquè indiquen, en primer lloc, que l'actitud envers la tecnologia és un factor decisiu de cara al seu aprofitament; i, en segon lloc, que les simulacions no constitueixen una eina tan intuïtiva com es podia pensar a priori perquè les persones amb poc domini d'un tema no són ser capaçes d'establir correctament la relació entre la simulació i l'objecte real.

En canvi, un altre estudi (Scanlon, Tosunoglu *et al.*, 1998) es va centrar en l'ús dels Entorns Computacionals d'Aprenentatge (ECA) per la comprensió de conceptes científics i van obtenir resultats positius. En aquest estudi es van triar tres tipus d'ECA: un joc desenvolupat per ajudar a comprendre els diagrames de fase; una simulació física del moviment caòtic d'un pèndol; i un multimèdia sobre les illes *Galápagos*. En els tres casos es van combinar diferents mètodes d'obtenció de dades (Scanlon, Tosunoglu *et*

al., 1998: 10-13). En primer lloc, un qüestionari per avaluar les actituds –motivació, diversió– i l’adquisició o comprensió de nous conceptes. El qüestionari es passava abans i després de l’experiment per comprovar que efectivament hi havia hagut un guany cognitiu com a conseqüència del contacte amb els materials. Com més temps passava entre l’experiment i el postest més es podia determinar l’aprenentatge a llarg termini. També es va realitzar una observació i enregistrament dels comportaments per obtenir dades objectives sobre les actituds i després es va complementar amb entrevistes per aprofundir en les qüestions aixecades per l’observació. I, finalment, es va entrevistar l’equip creador del programa per comprendre el seu funcionament i objectius. Els diferents tipus de proves i de programes va permetre de comprovar que, efectivament, el gran avantatge dels ECA és que ajuda a visualitzar conceptes abstractes i/o a entendre el seu funcionament a través de l’explicitació i modificació dels diferents paràmetres que hi intervenen (Scanlon, Tosunoglu *et al.*, 1998: 13). És molt possible que la diferència entre aquestes conclusions i les de l’estudi anterior sigui deguda al tipus d’aplicació: mentre que aquella es tractava d’una simulació virtual, aquí es va treballar amb entorns Multimèdia i, per tant, els elements verbals devien ajudar a la comprensió dels conceptes.

Els avantatges de la simulació també es van fer evidents en l’avaluació conduïda per Loftin *et al.* [(Loftin, Engelberg *et al.*, 1993), citats a (Burdea i Coiffet, 1993: 308-309)] sobre el “Laboratori Virtual de Física”, una simulació immersiva destinada a ajudar els/les estudiants d’institut a comprendre els elements bàsics de la física newtoniana. Loftin sostenia, com altres autors que han desenvolupat i avaluat aplicacions de RV per a l’aprenentatge de la Ciència (Fällman, Backman *et al.*, 1999; Furness, Winn *et al.*, 1998: 16; Johnson, Roussou *et al.*, 1998: 177; Lee, Park *et al.*, 2005: 1; Winn, 1993: 8), que l’avantatge d’un laboratori virtual respecte d’un de real era que podia simular fenòmens impossibles de reproduir en condicions reals i alterar les condicions amb una precisió i facilitat difícils d’obtenir amb els instruments habituals. La comparació entre dos grups d’estudiants, que havien treballat, respectivament, amb la simulació i amb instruments reals va confirmar que la primera era de gran utilitat, especialment a l’hora d’entendre fenòmens poc intuïtius [(Loftin, Engelberg *et al.*, 1993), citats a (Burdea i Coiffet, 1993: 310)].

Un altre estudi, realitzat conjuntament per especialistes en comunicació computacional i en educació, es va proposar d’analitzar el nivell de comprensió conceptual sobre el sistema solar assolit amb l’ajut d’un sistema interactiu immersiu i altament realista, tres característiques susceptibles d’influir respectivament en l’aprenentatge. Amb aquest objectiu van realitzar un experiment en què 22 estudiants universitaris/àries de ciències empraven l’aplicació per comprendre el sistema Lluna - Terra i després realitzaven un test (Lee, Park *et al.*, 2005: 3). Malauradament, les conclusions d’aquest estudi no són vàlides més enllà de l’aspecte actitudinal perquè les preguntes només estaven enfocades a esbrinar el nivell de satisfacció i les opinions sobre el propi aprenentatge i no a comparar el CAVE amb els mètodes tradicionals ni a comprendre la importància diferencial o la influència de cadascun dels elements característics del sistema. Amb aquestes informacions no es pot obtenir cap conclusió generalitzable sobre la capacitat educativa del sistema.

Així doncs, segons els articles anteriors –i deixant de banda el darrer–, la RV supera, gràcies a la seva funció simulativa, l’ensenyament abstracte propi de la comunicació verbal, però també l’educació informàtica tradicional (Pantelidis, 1993: 25), perquè

aquesta també es basava en un model lingüístic o, més aviat, proposicional i, per tant, limitat quant a representacions i poc intuïtiu. Però hi ha estudis que demostren exactament el contrari. La primera aportació en aquest sentit és la d'un equip format per membres de la Universitat de l'East London i de l'*Essex County Youth Service*, que van avaluar la capacitat d'un grup de nenes i nens d'entre 8 i 9 anys de recordar un conte, segons que el llegissin o bé s'hi aproximessin a partir d'un joc interactiu. Els resultats van evidenciar que el grup que havia llegit recordava millor l'estructura, la seqüència de la història, mentre que els que havien jugat, recordaven millor els detalls (Trushell, Maitland *et al.*, 2003: 87). Aquest estudi és consistent amb d'altres sobre la mateixa qüestió citats pels autors i demostra que les imatges interactives proporcionen un tipus de coneixement específic, generat per empatia, que potser no és adequat, tal com jo pretenia, per al desenvolupament del pensament formal perquè porta a fixar-se en les qüestions superficials i distreu de l'aprehensió intel·lectual global. De totes maneres, hem de pensar que aquest exemple no és totalment extrapolable al nostre cas perquè, si bé la forma narrativa pot ser comparable a certes opcions de presentació de les disciplines històriques, l'experiment es va dur a terme amb infants que després havien de repetir el conte i a mi m'interessa comprovar si la RV és vàlida per una construcció d'habilitats cognitives superiors que no es produeix fins l'edat subadulta.

Un altre estudi és el de Chan Lin (Chan Lin, 2001), que ja he exposat parcialment a l'apartat dedicat a l'experiència prèvia dins les "Variables lligades a la persona" perquè els seus resultats tenen implicacions en aquests dos àmbits. Recordem que, davant la manca de publicacions definitivament concloents en un sentit o en un altre, aquest estudi tenia tres objectius (Chan Lin, 2001: 412):

- Investigar els efectes sobre l'aprenentatge dels diferents formats de presentació: animació, gràfics estàtics i text.
- Comprovar si un mateix format és igualment efectiu per una persona entesa en un tema que per una que no ho és (ja ha estat abordat).
- Esbrinar si les diferents estratègies de presentació són adequades per l'ensenyament de continguts diferents.

Els resultats van demostrar, en primer lloc, que l'efecte del format era significatiu per l'aprenentatge, i amb això confirmaven que els formats de presentació influeixen de manera diferent en els processos d'aprenentatge de diferents continguts (Chan Lin, 2001: 416). També van demostrar que, sempre entre els/les estudiants novells/es – perquè no hi havia diferències significatives de cap mena entre els diferents formats de presentació en el cas dels/de les estudiants experimentats/des–, l'ús d'imatges estàtiques era millor que el text en l'aprenentatge descriptiu i que també superava el text i les animacions en l'aprenentatge procedimental (Chan Lin, 2001: 415-416). Per què l'animació no millora l'aprenentatge de les persones no expertes quan se suposa que és més intuïtiva? Doncs precisament perquè no ho és i això es deu a dues causes (Chan Lin, 2001: 417): la primera és que l'animació és més difícil de "traduir" o d'associar amb altres formats de representació, és a dir, que en els gràfics estàtics les relacions entre la realitat i la seva representació són més clares; la segona és que es satura més ràpidament la memòria visual de la persona perquè ha de realitzar dues tasques, el processament dels components visuals i del component seqüencial de les imatges. En canvi, com ja hem vist a l'apartat dedicat a l'experiència prèvia, els experts aprofiten

més les animacions perquè, gràcies al seu domini del tema, ja tenen automatitzat el processament bàsic de les imatges i poden invertir els seus recursos cognitius en els aspectes avançats que es deriven de les imatges en moviment (Chan Lin, 2001: 417).

Un altre estudi que sembla refutar la utilitat indiscutible de les simulacions és el que van dur a terme a la Universitat de Sussex (Otero, Rogers *et al.*, 2001) i que he esmentat en parlar de l'experiència prèvia dins l'apartat de característiques de l'usuari/ària. Recordem que la seva hipòtesi era que, a l'hora de comprendre complexos conceptes relacionats amb els estereogrames cristal·logràfics, la interactivitat proporcionaria millors resultats, especialment, en el cas de les persones poc expertes en geometria (Otero, Rogers *et al.*, 2001: 3, 4). En tots dos casos es va comprovar que no es podia confirmar la hipòtesi perquè, tant en el cas dels/de les estudiants de Matemàtiques com dels/de les de Geologia, el grup que havia emprat el 3DI obtenia sistemàticament pitjors resultats (Otero, Rogers *et al.*, 2001: 3-4). Les explicacions d'aquesta evidència són purament especulatives, però se'n poden extreure dues conclusions: en primer lloc, que les causes són més complexes del que s'esperava i que poden incloure la naturalesa de la representació, els coneixements previs, les habilitats cognitives i el disseny i ús de l'aplicació; en segon lloc, que, per tal de superar aquesta dificultat i, tal com han evidenciat alguns estudis pilot (Roussou, 2005a), cal dissenyar experiments que realment se centrin en una única variable i minimitzin qualsevol altra influència.

Així doncs, les animacions i simulacions van bé per aprendre ciència, però només quan ja es posseeix un cert grau d'experiència i sempre en funció del domini de coneixement. Les evidències dels estudis provinents de l'àmbit educatiu i psicològic semblen confirmar les sospites avançades en parlar de l'aprenentatge per descobriment i l'adequació de la RV però no vull pronunciar-me definitivament en aquest sentit, ni tampoc pel que fa a l'aparent contradicció entre les publicacions, perquè abans caldria confirmar quin era el contingut exacte de les diferents representacions emprades, ja que és molt possible que no estiguem comparant un únic tipus sinó diversos formats: per exemple, en el cas de Chan Lin, el concepte de "gràfics" (Chan Lin, 2001: 410), oposat a animació o text, cobreix una gamma molt àmplia de representacions estàtiques, quan Gyselinck *et al.* (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 167) fan servir una tipologia molt més precisa.

Un altre argument en favor de les TIC i que està molt relacionat amb totes les qüestions relatives als formats de representació és la multimedialitat. Nombrosos estudis han emfasitzat l'avantatge que suposa reforçar un mateix missatge a través de diversos canals i sembla que també s'ha demostrat empíricament [(Harper, Hedberg *et al.*, 2000a; Hedberg i Alexander, 1994; Hedberg i Harper, 1998), citats a (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b: 167, 174)]. Però Shaaron Ainsworth (Ainsworth, 1999) afirma en la seva publicació sobre les *MER (Multiple External Representations)* que l'argument a favor del reforç aconseguit a través dels diferents mitjans de comunicació continguts en un Multimèdia no es recolzen en cap evidència demostrativa fiable. L'objectiu del seu article és examinar de manera crítica la idea que l'ús de múltiples representacions externes, com per exemple en el Multimèdia, augmenta la motivació de les persones i la comprensió del tema (Ainsworth, 1999: 131). Malauradament, els resultats dels diversos estudis realitzats per comprovar aquesta qüestió porten a conclusions contradictòries i l'autor considera que és molt probable que això sigui degut a dues causes principals: la primera, que el mètode d'avaluació sovint només es centra en el vessant quantitatiu final i una resposta correcta no significa que, durant el procés, s'hagin sabut apreciar les

relacions entre les representacions (Ainsworth, 1999: 149); la segona, que moltes anàlisis no tenen en compte que existeixen diferents tipus de representacions i cadascuna obeeix a una finalitat diferent, amb la qual cosa és possible que els estudis no siguin comparables o bé que el seu disseny sigui incorrecte (Ainsworth, 1999: 134).

Per aquest motiu s'ofereix, en primer lloc, una taxonomia de les funcions que poden acomplir les *MER*, que són tres:

- **Complementarietat informativa:** les representacions contenen diferents informacions o recolzen processos cognitius complementaris però que, en combinar-se, ofereixen una explicació global (Ainsworth, 1999: 135).
- **Constricció interpretativa:** es pot produir mitjançant la transferència d'un domini conegut a un altre o bé per les propietats inherents d'una representació, com per exemple, quan fem servir una imatge per precisar una explicació verbal, atès que el llenguatge natural sovint és ambigu o imprecís (Ainsworth, 1999: 140).
- **Construcció del coneixement:** contribueix a l'aprenentatge significatiu, a aprofundir sobre una qüestió concreta. "Aprofundir" s'entén com a capacitat de dur a terme els principals tipus de raonament –abstracció, analogia, inducció i deducció (Ainsworth, 1999: 141-143).

Aquesta taxonomia permet aclarir quina és la funció de cada tipus de representació i, per tant, dissenyar avaluacions adequades a cadascuna (Ainsworth, 1999: 147). Però també simplifica la realitat perquè dona per suposat que cada entorn correspon exclusivament a una categoria, quan el més habitual és que posseeixi diversos objectius (Ainsworth, 1999: 145). Segons les recerques prèvies a aquesta publicació, per analitzar els guanys en el cas de la complementarietat, només es pot mesurar cada representació per separat, perquè porten informacions diferents (Ainsworth, 1999: 148). En el cas de la constricció, n'hi ha prou amb mesurar-ne una perquè l'altra no proporciona informació nova, sinó que ajuda a comprendre l'anterior (Ainsworth, 1999: 148). És en el tercer cas que sí cal avaluar la capacitat de relacionar les representacions perquè aquí l'important és la modificació de les estructures mentals (Ainsworth, 1999: 149).

Un resultat comú a tots els estudis esmentats en aquesta publicació és que les persones manifesten dificultats a l'hora de percebre les connexions entre les diferents representacions: en la majoria dels casos, només es fa cas d'una representació i es negligeixen les altres (Ainsworth, 1999: 132). Això significa que la relació entre les representacions no és automàtica. Ainsworth et al. van dur a terme un estudi per investigar aquesta qüestió amb més detall i van comprovar que el resultat de la traducció d'un sistema de representació a un altre depèn de la naturalesa de les relacions entre ells [(Ainsworth, Wood *et al.*, 1996), citats a (Ainsworth, 1999: 132)]. En la seva anàlisi van preparar diferents condicions experimentals per treballar amb direccions i magnituds i alhora ser capaç de fer estimacions de la pròpia precisió: un grup treballava amb dues representacions pictòriques; un altre amb dues representacions matemàtiques; i un darrer amb una combinació dels dos tipus anteriors (Ainsworth, 1999: 132). La conclusió va ser que tots milloraven a l'hora de fer estimacions, però només els grups que tenien dues representacions iguals milloraven també la capacitat de jutjar la seva

precisió, la qual cosa significa que el problema no es trobava en les propietats de les representacions *per se* sinó en la necessitat de relacionar-les (Ainsworth, 1999: 133).

En canvi, hi ha un altre estudi que aporta resultats lleugerament diferents i que estan relacionats amb la memòria visual – espacial, que ja s'esmentava a l'article de Chan Lin com una de les causes de les diferències observades entre principiants i experts/es a l'hora d'emprar les animacions. La qüestió de la memòria visual - espacial ha estat abordada en un estudi específic (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000), dedicat a comprovar com ajuden les imatges a comprendre el text. Recordem que en diversos moments m'he fet ressò de les afirmacions d'altres autors i autores que, des del món de l'educació o de la publicitat, sostenien que la combinació de text i imatges és la que proporciona millors resultats comunicatius. Com després farà Shaaron Ainsworth en analitzar els avantatges i inconvenients de la multimedialitat, la clau per començar a resoldre aquesta qüestió sense augmentar la confusió afegint al debat un nou resultat contradictori és establir una tipologia de representacions pictòriques per determinar la seva relació amb el text (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 167):

- **Diagrames icònics:** representen les característiques estructurals d'un sistema concret.
- **Diagrames esquemàtics:** representen amb un cert nivell d'abstracció les relacions bàsiques entre els components, com per exemple, en l'esquema d'un circuit elèctric.
- **Gràfics:** representen informacions quantitatives.

Tot i que no les esmenta expressament, crec que les imatges es podrien incloure en el primer grup perquè hi comparteixen l'element naturalista. Els estudis han demostrat que el procés d'integració entre la informació textual i la icònica és força complex i depèn de dos factors: el coneixement previ i la memòria visual (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 167-168). Aquesta està formada per tres elements: el circuit articuladori, que manté actives les entrades fonològiques sota el control d'un procés articulat; el centre dedicat als esbossos visuals ("*visual sketchpad*"), encarregat de mantenir la informació visual; i el sistema central executiu, que coordina els dos anteriors. La memòria visual intervé en totes les activitats cognitives superiors: comprensió i producció del llenguatge, adquisició de nou coneixement, raonament i solució de problemes, etc. (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 168). Diversos estudis neuropsicològics aporten dades que apunten a la importància de l'*sketchpad* visual en la integració de les informacions verbals i pictòriques i l'objectiu d'aquest estudi era confirmar experimentalment aquesta hipòtesi: els/les estudiants universitaris havien de llegir un text o un text amb il·lustracions i alhora se'ls presentava una tasca que podia ser de tipus espacial, verbal o de control; després havien de respondre un test que mesurava el grau de comprensió factual i la capacitat inferencial derivada d'aquella informació (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 169). Si és cert que l'*sketchpad* visual aconsegueix la funció prevista, la tasca visual - espacial hauria d'interferir en el procés i, per tant, provocar un efecte negatiu en la comprensió de la presentació formada pel text amb il·lustracions (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 169).

Els resultats van confirmar clarament que les il·lustracions ajuden a la comprensió del text, fins i tot en la situació de control, segurament perquè, com ja hem vist

anteriorment, ajuden a construir més ràpidament els models mentals: el text hi posa les relacions i la imatge precisa l'arquitectura general (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 175). Aquest benefici de les imatges era major en el cas de les preguntes de tipus inferencial que no pas les factuais, però no va ser perquè es confirmés l'efecte negatiu de la tasca paral·lela visual - espacial sinó perquè els alumnes amb major habilitat espacial eren els que es beneficiaven més d'aquest format perquè s'adequava més a les seves característiques cognitives personals (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 174). Pel que fa a la manca d'evidència en favor de la implicació de l'*sketchpad* visual, pot ser que sigui deguda al fet que, com han assenyalat alguns/es especialistes, cal distingir entre el component pictòric i l'espacial que, en el cas dels ordinadors, intervenen simultàniament ja que el primer es refereix a la imatge en sí i el segon a la seva seqüència (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 174-175). Estudis posteriors més precisos, conduïts pels mateixos autors però ara amb nous tipus de tasques, han demostrat que la tasca paral·lela de tipus espacial sí influeix negativament en la presència d'imatges però no pas quan hi ha text sol, amb la qual cosa es demostra que, efectivament, l'*sketchpad* visual s'ocupa de la integració de text i imatges (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 175).

Aquests darrers estudis són rellevant pel nostre cas perquè el principal objectiu de l'ús de les TIC en Arqueologia és, segons he exposat anteriorment, la construcció del propi coneixement i això fa necessari tenir en compte les limitacions cognitives humanes (Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000: 175) per tal d'establir correctament les relacions entre les múltiples representacions que es poden trobar en un entorn virtual i multimèdia. Això no obsta perquè, a més de la funció constructiva, els altres dos tipus de funcions definides per Ainsworth –complementària i restrictiva– hi siguin presents; és més, podem afirmar que la funció restrictiva és peculiar de la RV perquè, com han afirmat anteriorment altres autors/es, el seu avantatge és que simula les transaccions reals que fem amb la realitat i, per tant, facilita la comprensió de processos més abstractes. Per altra banda, no hem d'agafar els resultats d'aquest estudi (Ainsworth, 1999) com a conclusió negativa definitiva perquè, en primer lloc, es refereix principalment a les representacions de tipus gràfic que s'acostumen a emprar en els entorns instructius formals i no pas a la combinació de text, imatges i sons que caracteritzen els Multimèdia pel públic general; i, en segon lloc, la manca de capacitat sumativa de les representacions no comporta automàticament que la seva presència no sigui adequada per la personalització.

En altres paraules, que si les diferents representacions no es reforcen entre elles, potser serveixen perquè cada persona empri aquella que més li convingui. Però en tot cas, també ofereix una guia sobre com fer servir les *MER*, que s'afegeix als consells de Janine Swaak i Ton de Jong (Swaak, de Jong *et al.*, 2004) sobre la simulació: si la multimedialitat ha de servir per aportar diferents informacions, no s'ha de cercar la transferència entre elles; si es tracta de reforçar la interpretació, llavors la traducció s'ha d'automatitzar perquè la persona no es centri en els processos bàsics sinó en la comprensió del domini; només en cas que es cerqui el desenvolupament del pensament formal haurem de propiciar explícitament la comprensió de les relacions entre representacions (Ainsworth, 1999: 150). Evidentment, aquests són principis especulatiu i caldria analitzar-los en condicions experimentals reals per comprovar que s'acompleixen.

Finalment, i també en relació amb el tema de les representacions, s'ha posat molt d'èmfasi en la qüestió que la RV, com que és icònica i interactiva, pot ajudar a

comprendre conceptes i relacions abstractes. Això seria de gran utilitat per a l'aprenentatge de les Ciències, ja que aquestes requereixen la construcció de models mentals sobre fenòmens que sovint incorporen factors invisibles que representen conceptes intangibles i abstraccions però als i les estudiants sovint els manquen analogies reals sobre les quals construir aquests models mentals, simplement, perquè no existeixen o bé perquè les evidències accessibles semblen contradictòries o contraintuïtives (Fällman, Backman *et al.*, 1999; Winn, 2002: 13-15). En canvi, la RV proporciona un model visible d'aquests objectes o fenòmens i permet manipular-los per comprendre'ls i eliminar les concepcions errònies. Aquesta era una de les conclusions a què havien arribat l'estudi de Scanlon i Tosunoglu (Scanlon, Tosunoglu *et al.*, 1998: 13), citat al començament d'aquest apartat, i alguns estudis duts a terme per l'equip de William Winn de la Universitat de Washington (Winn, 2002: 7): el gran avantatge dels ECA –en el cas dels primers autors citats– i de la RVI –en el cas del segon– era que ajudava a visualitzar conceptes abstractes i/o a entendre el seu funcionament a través de l'explicitació i modificació dels diferents paràmetres que hi intervenen. William Winn considera que aquest avantatge és degut a dues de les característiques principals de la RV. La primera és la seva naturalesa digital: com que el món virtual es crea a partir d'una base de dades, tots els objectes posseeixen el mateix estats fenomenològic i, conseqüentment, es pot interactuar amb objectes i fenòmens no abastables en el món real per construir coneixement conceptual directament a través d'aquesta interacció, en comptes d'emprar representacions simbòliques abstractes (Winn, 2002: 5). La segona característica dels entorns virtuals, derivada directament de la primera és la reificació i l'ús de metàfores: com que s'han de crear representacions per a objectes o processos que no tenen una forma perceptible, els entorns virtuals reifiquen aquests elements a través de metàfores que els simbolitzen (Winn, 2002: 5-6). Els estudis duts a terme per l'equip americà han demostrat que aquesta capacitat de concreció millora la comprensió però que cal anar amb molt de compte amb l'ús de les metàfores perquè poden induir concepcions errònies si no es fan servir adequadament (Winn, 2002: 7).

Tot i que aquestes conclusions semblen totalment coherents, l'estudi de Kimberley Osberg esmenta de passada un resultat que implica una refutació o matisació de l'afirmació sobre l'afavoriment de l'aprenentatge a través de la concreció de fonaments i objectes abstractes. Concretament, els/les estudiants tenien menys dificultats a l'hora de desenvolupar representacions sobre elements concrets i físics, encara que els símbols per expressar-los fossin més aviat abstractes, que no pas a l'hora de considerar i expressar les relacions químiques, que són molt més abstractes (Osberg, 1997: 131). Això és coherent amb les conclusions aportades per la Psicologia cognitiva –i comprovades per la pròpia autora– segons les quals els mitjans visuals afavoreixen l'expressió visual, ja sigui a través de representacions diagramàtiques o de metàfores visuals en el llenguatge verbal (Osberg, 1997: 118, 131). Per tant, és possible que la RV no propiciï la comprensió d'elements abstractes a través de la seva concreció, tal com es desitjaria, sinó que simplement reforci la comprensió d'aquells elements que ja tenien una entitat física concreta i perceptible. Això mateix expressa Cristine Youngblut en la seva revisió de la literatura sobre els usos educatius de la RV (Youngblut, 1998: 99):

“It is easy to say that VR technology is suited for those situations where students can be guided in the construction of knowledge or where they need to learn concepts that are highly visual in nature, and that it is not suited for predominantly text-based materials.”

En realitat, això no significa que la RV no pugui ensenyar conceptes abstractes, sinó que només ho farà adequadament si aquests poden ser traduïts a un format visual i dinàmic. Des d'aquest punt de vista, se'ns confirma novament que l'Arqueologia hi pot trobar una aliada excepcional perquè les seves informacions, sobretot les més bàsiques, són de naturalesa espàcio - temporal i la pròpia disciplina ja posseeix una llarga tradició de representació visual d'aquestes. I, per altra banda, també ens està tornant a recordar que la RV és adequada per guiar la construcció del coneixement, que no és el mateix que l'aprenentatge per descobriment totalment autònom. Però, tornant a la qüestió dels elements abstractes, les diferents conclusions ens demostren que els resultats depenen dels continguts i del disseny de cada aplicació. Això demostra, com comentaré a la "Valoració crítica dels estudis específics sobre TIC i aprenentatge", que les funcions cognitives i educatives de la RV constitueixen una qüestió molt complexa, en la qual estan involucrades moltes variables i això impedeix de generalitzar els resultats. Estem en una fase primerenca dels estudis avaluatius; cal molta més recerca per obtenir un corpus de coneixement general, que cobreixi tots els casos possibles i permeti d'extreure conclusions d'abast general.

II.5.3.3.6.4. Estudis sobre variables lligades a l'entorn

II.5.3.3.6.4.1. Percepció de l'ús de les TIC a l'exposició per part del públic

Com ja he exposat a la introducció d'aquest apartat que recull les evidències empíriques relacionades amb l'ús de la RV per a l'aprenentatge de l'Arqueologia, no s'han dut a terme gaire estudis sobre la presència de les TIC a l'exposició i, els pocs que hi ha, han estat enfocats cap a problemàtiques de tipus museològic. Això fa que, per exemple, la interactivitat es defineixi a partir dels "*hands-on exhibits*" i no pas de les característiques específiques de la tecnologia; o bé que la immersió i la integració s'entenguin en un sentit massa general, en lloc d'analitzar-la centrant-se en la influència de la interfície. Però, recentment, ha començat a generalitzar l'interès per l'ús de la RV als museus, la qual cosa dona lloc a estudis caracteritzats per una perspectiva interdisciplinària, que atorga tanta importància als aspectes museogràfics, com als tecnològics i als culturals. Aquesta situació s'ha fet clarament evident a través de la presència al VAST2005 de dos articles, un realitzat per un equip de sociòlegs espanyols (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005) i un altre per membres de diferents entitats acadèmiques i culturals però finançat per la xarxa d'excel·lència EPOCH (Owen, Buhalis *et al.*, 2005), que té com a objectiu, precisament, el desenvolupament de l'ús de les TIC en relació amb el Patrimoni cultural. Com que ens trobem en un estadi molt incipient del procés, els estudis només s'interessen per qüestions superficials com ara les actituds envers la tecnologia i el seu nivell d'ús, però ho he considerat prou significatiu com per dedicar-hi un subapartat específic en aquest apartat dedicat als estudis que tenen en compte l'ús educatiu de la RV en relació amb el context, ja sigui des d'un punt de vista més general –aprenentatge a través de la interacció social–, com des d'una perspectiva específicament enfocada a la seva integració en l'exposició, que és la que veritablement ens interessa.

El primer estudi és el realitzat per Ruth Owen, Dimitris Buhalis i Daniël Pletinckx que, estimulats per la manca de dades sobre aquest aspecte tan important, es van proposar de començar a conèixer les necessitats i opinions del públic sobre l'ús de les TIC en relació amb el Patrimoni Cultural (Owen, Buhalis *et al.*, 2005: 129). Per aquest

motiu van plantejar als i les visitants de diferents tipus d'entitat patrimonial d'Anglaterra –museus, monuments i jaciments arqueològics– un qüestionari amb preguntes sobre com havien emprat la tecnologia abans, durant i després de la visita, que van intentar relacionar amb un seguit de factors explicatius: edat, gènere, nacionalitat, facilitat per adoptar noves idees. També se'ls va demanar que expressessin la seva opinió sobre diferents tipus d'interfícies que els eren mostrades a través de fotografies. Malgrat els problemes estadístics que presenta aquest estudi –mal ús de les variables ordinals, manca de comparabilitat dels elements, etc.–, hi ha alguns resultats vàlids, que ressenyo a continuació. En primer lloc, l'actitud abans de l'anada al museu o monument: la presència de tecnologia no és un factor decisiu per a la visita, però tindrà més pes com més jove o més oberta a noves idees sigui la persona (Owen, Buhalis *et al.*, 2005: 132).

La relació entre l'actitud i la personalitat, també la va detectar el segon estudi, realitzat per un equip format per membres de la Facultat d'Humanitats de la Universitat de Deusto i de l'empresa VICOMTech i que tenia com a objectiu analitzar des d'una perspectiva sociològica quina és la percepció de l'ús de la tecnologia al museu per part del públic i com l'empra en aquest context (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005: 121, 122, 123). Per a aconseguir-ho van dissenyar i avaluar una exposició sobre el ferro al museu de San Telmo de Donostia. En aquest cas, s'havia preguntat després d'haver emprat el “*Virtual Showcase*” –una barreja de vitrina tradicional i *workbench*–, i es va descobrir que les persones reconeixien els objectes reconstruïts però més de la meitat consideraven que la reconstrucció no aportava cap informació, i el factor que determinava l'acceptació del dispositiu “*high-tech*” era l'ús habitual de les TIC (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005: 126), cosa que ja havíem vist als estudis sobre variables lligades a la persona.

Pel que fa a la percepció de les diferents interfícies, es van presentar fotografies de la RA estàtica d'Ename (Oudenaarde, Bèlgica); de la RVSI de l'Hellenic Cosmos d'Atenes; dels dispositius de RA (*ARCHEOGUIDE*) emprats als jaciments d'Olímpia i Pompeia; i, finalment, d'una aplicació en què es podia recórrer una ciutat alemanya a l'Edat Mitja amb l'ajut d'un guia virtual (Owen, Buhalis *et al.*, 2005: 133-134). L'objectiu d'aquest apartat era, seguint una estratègia clàssica de màrqueting, conèixer l'opinió que la gent podia tenir *a priori* d'algunes de les diferents solucions tecnològiques que es poden trobar actualment als museus europeus. Els resultats, tot i que no són conclouents, són força significatius (Owen, Buhalis *et al.*, 2005: 133-134): el quiosc d'Ename es considerava una eina que ajudava a imaginar-se el monument però com més jove era la persona que responia, més tenia tendència a afirmar que era educativa –en el sentit que transmetia coneixements– i facilitava la comprensió; el “*Kivotos*” de l'Hellenic Cosmos es prenia com un entreteniment per infants perquè era massa fàcil per als adults –consistia en remuntar vasos ceràmics–; la RA al jaciment es veia com a educativa però difícil de manipular; l'aplicació amb guia virtual es considerava també principalment educativa, però més adequada per infants perquè tenia l'aspecte d'un videojoc.

Pel que fa a les actituds després de la visita, en tots dos estudis es va arribar a la conclusió que aquesta millorava la percepció de les TIC en relació amb el Patrimoni. En el primer estudi, un 55% de les persones enquestades afirmava que amb molta seguretat recomanaria la visita sobre aquesta base però, tanmateix, a l'hora de consultar informació addicional, els llibres (64%) seguirien essent més emprats que Internet

(51%) (Owen, Buhalis *et al.*, 2005: 135). En el segon cas, aquest canvi d'actitud es va poder comprovar comparant els resultats dels qüestionaris omplerts per un grup escolar abans i després d'una visita: l'acceptació del dispositiu tecnològic millorava després d'una visita guiada²²⁴, perquè la gent comprenia la finalitat i la utilitat de la tecnologia (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005: 127).

La principal conclusió que es pot inferir de l'estudi d'Owen *et al.* (Owen, Buhalis *et al.*, 2005: 136) i de les observacions a la sala realitzades per l'equip base –que veurem en parlar de la integració dels recursos expositius–, que també esmentaran Christian Heath i Dirk von Lehn (Heath i vom Lehn, 2002), és que és un error pensar que el públic entendreà les bondats de la tecnologia i/o la farà servir només perquè hi és present: per ell, que no està en contacte directe amb la recerca i les seves intencions, és només un mitjà i, especialment si no està ben dissenyada, és molt probable que no entengui la seva utilitat o aportació.

II.5.3.3.6.4.2. Aprenentatge a través de la interacció social

Segons els autors i les autores que han tractat el tema²²⁵, un dels aspectes més difícils de conciliar entre la RV i l'exposició era el social: els ordinadors estan pensats per una sola persona i estableixen un nexa exclusiu entre aquesta i la interfície, mentre que la visita de l'exposició és una experiència social –encara que es realitzi individualment– en què es tenen en compte les accions de les altres persones i els dispositius tradicionals acostumen a permetre una interacció col·lectiva. Tenint en compte que els estudis cognitius demostren la importància de la dimensió social en l'aprenentatge, les exposicions esdevenen entorns d'aprenentatge (informal) de primer ordre (Heath i vom Lehn, 2002: 1). Malauradament, no he pogut disposar de gaire estudis realitzats als museus amb la finalitat de contrastar la influència contextual de les TIC perquè, tal com afirma Areti Galani (Galani, 2003: 1, 3), tot i que aquesta informació és essencial per dissenyar experiències museístiques significatives, la recerca en aquest àmbit és limitada i es centra principalment en l'avaluació de dispositius específics, en lloc de comprendre les interaccions que es produeixen durant la visita entre les persones i entre aquestes i els dispositius. Per aquest motiu, tenint en compte la importància del factor social en l'aprenentatge formal, he procurat cercar exemples que cobrissin les diferents formes de resoldre aquesta qüestió a través de la tecnologia.

L'únic estudi directament orientat a la comprovació de l'efecte dels dispositius tecnològics sobre el comportament (social) dels visitants és el conduït per Christian Heath i Dirk vom Lehn (Heath i vom Lehn, 2002) en dos museus de Ciència britànics, l'“*Explore@Bristol*” i el *Science Museum* de Londres, concretament a la “*Wellcome Wing*”. Els autors van observar les activitats dels visitants en relació amb sengles unitats museogràfiques plantejades com a element interactiu per reforçar l'aprenentatge a través d'un repte divertit i van adonar-se que (Heath i vom Lehn, 2002: 3-5) les persones havien de fer cua per poder fer servir la màquina; de vegades es cansaven i anaven a un altre lloc o intentaven veure –amb moltes dificultats, què feia la usuària o usuari actual; de vegades no comprenien quin era l'objectiu de l'activitat i/o es perdien durant la seqüència d'accions; trobaven dificultats en l'ús de la interfície; i se'ls feia molt difícil la col·laboració quan anaven en grup. Aquests dos exemples, considerats representatius

²²⁴ És molt possible que, en aquest cas, la presència del guia fos l'element veritablement determinant.

²²⁵ Ho he exposat a l'apartat sobre el vessant museogràfic de la Pragmàtica de la RV.

de la majoria de TIC al museu, demostren que aquestes presenten problemes d'adequació tant a nivell intern com extern perquè estan pensades per a un/a únic/a usuari/ària que interactua individualment amb la màquina, a través d'un diàleg *input - output* lineal i que la interfície no permet que els altres vegin, ajudin i encara menys participin en l'aplicació en curs (Heath i vom Lehn, 2002: 5). La conclusió dels autors és que la majoria de dispositius *high-tech*, malgrat ser anomenats interactius, no permeten formes desenvolupades d'interacció (Heath i vom Lehn, 2002: 6).

Un altre estudi també relacionat amb la dimensió social de la visita però enfocat des d'un punt de vista lleugerament diferent és el conduït per Areti Galani a *The Lighthouse* i la *House of an Art Lover* de Glasgow. Partint del marc teòric (contextual) establert per Falk i Dierking i dins un projecte d'estudi sobre la relació entre les TIC i l'esfera social, l'interès de l'autora es centrava en analitzar les possibilitats d'aquestes de cara a la visita remota o presencial compartida –entre un/a visitant remot i un/a de presencial– a l'exposició (Galani, 2003: 2). El problema dels projectes que s'han desenvolupat fins ara als museus és que, en primer lloc, tenien com a punt de partida la tecnologia i no pas les interaccions que aquesta recolza o, fins i tot, genera; i, en segon lloc, que no tenien en compte les diferències en les relacions entre els membres del mateix grup i els visitants que interactuen a les galeries per casualitat (Galani, 2003: 2). Per aquest motiu, primer calia entendre en profunditat de quina manera es produeix la visita en grup, en funció dels diferents tipus de públic, i després analitzar de quina manera aquestes característiques poden ser afavorides a través de les TIC, i més concretament a través dels sistemes de RH.

L'autora va adoptar una metodologia de recollida de dades provinent originalment de l'etnografia: observació no obtrusiva, enregistrament en vídeo i gravació de les converses (Galani, 2003: 3). D'aquesta manera esperava construir un corpus de coneixement sobre les interaccions produïdes dins del grup al llarg de la visita, com a base per analitzar la influència recíproca amb els dispositius. És així com va establir una distinció entre micro-interaccions, que corresponen als esdeveniments o intercanvis entre visitants localitzats davant d'un dispositiu o en un moment concret, i macro-interaccions, que són estils d'activitat que es repeteixen o es desenvolupen gradualment al llarg de la visita (Galani, 2003: 4). L'anàlisi d'aquestes informacions la va portar a definir què és la “co-visita” i quines activitats la revelen (Galani, 2003: 4):

“... co-visiting is a highly collaborative activity during which visitors are almost constantly engaged with both the exhibition and with each other. Co-visitors experience their immediate social environment through direct and close interaction at some times, and peripheral awareness at other times.”

Durant la visita, els/les visitants aprofiten un conjunt de recursos que canvia dinàmicament: claus visuals –mirada, gestos, orientació del cos i el cap–, comunicació verbal i continguts compartits (Galani, 2003: 5). Això significa que els/les visitants no només aprofiten la informació disponible a la sala, sinó que també generen recursos per als seus/les seves acompanyants i aprofiten els que aquests/es aporten. Des d'aquest punt de vista, l'autora va identificar tres tipus d'interacció, que poden alternar-se durant la visita: connexió estreta, connexió fluixa i navegació independent (Galani, 2003: 6). Per tant, la co-visita no és altra cosa que una re-negociació constant entre les persones i amb els objectes de l'exposició, en què es combinen els recursos disponibles a la sala,

els que generen les persones a través del llenguatge corporal i verbal, i l'experiència prèvia (Galani, 2003: 6).

En comparació amb la visita normal, la visita a la *web* del museu és una experiència solitària perquè Internet es considera un medi informatiu, no social, de manera que molts dels aspectes considerats anteriorment no apareixen. Es podria qüestionar que la persona que navega per Internet només hi busqui informació –és un biaix introduït pel qüestionari i pels tipus de pàgines disponibles– i també que la cerca d'informació sigui necessàriament una activitat individual però, ara com ara, és cert que la visita a les *webs* dels museus es realitza durant el temps lliure i avui dia aquesta és una activitat principalment solitària (Galani, 2003: 8). Tanmateix, l'estat actual de desenvolupament de les TIC permet abandonar aquest tipus de visita –en què només hi ha informacions– i avançar cap a una experiència de tipus social, concretament a través de la noció de Museu Virtual. Fins ara s'ha provat la visita remota a les sales i la visita a una versió *on-line*, però el problema és que aquest sistema manté la dicotomia entre la visita real i la virtual, quan els usuaris i les usuàries sovint fan les dues i això influeix la segona visita (Galani, 2003: 9). La solució que proposava el “*City Project*” era, com ja hem vist en parlar de “La visita com a experiència col·lectiva” dins el vessant museogràfic de la semiòtica de la RV al museu, la Realitat Híbrida, és a dir, una co-visita entre un/a visitant presencial i un/a remot/a (Galani i Chalmers, 2003). Com demostren els exemples presentats per l'autora (Galani, 2003: 10), aquesta voluntat d'integrar el món real i el digital no és nova per als museus, però la novetat aportada pel seu projecte és que, a diferència dels anteriors, els/les visitants dels dos móns es poden comunicar.

L'avaluació d'aquest sistema es va realitzar a partir de la gravació en vídeo de la visita, l'enregistrament de les converses, el seguiment de la interacció amb el sistema (*logs*) i les entrevistes semi-estructurades al final de la visita d'un total de 34 visitants organitzats en grups de tres i algunes parelles (Galani, 2003: 11). Aquestes informacions van mostrar, en primer lloc, que, com que les claus visuals no es podien activar plenament, es feia servir el mapa i sobretot la comunicació verbal, essencialment dirigida a situar-se i, en segon lloc, a parlar dels continguts (Galani, 2003: 12). Això confirma la importància de les claus visuals com a primer recurs de la interacció social per guiar la visita i que la comunicació verbal es fa servir principalment per referir-se o compartir els continguts. L'absència de claus visuals i el fet de tenir tres punts de vista diferents són, segons l'autora, un inconvenient i un avantatge alhora: un inconvenient perquè inverteixen molta estona en posar-se d'acord sobre què veuen; però, per altra banda, això també els/les força a parar explícitament atenció –a través de la descripció– als dispositius i els seus continguts i això els/les motiva a explorar-los més profundament, com demostra, per exemple el fet de relacionar-los amb coneixements previs (Galani, 2003: 13). Per altra banda, com que els cal aclarir-se sobre què estan veient, fan servir tots els recursos disponibles; però com que aquests són diferents per a cada tipus de visitant, això els força a centrar-se en la tasca, no en els anteriors (Galani, 2003: 14). Aquest i altres experiments similars demostren que, a l'hora de dissenyar les experiències museístiques, és un error concentrar-se només en el tipus de tecnologia i no pas en els factors contextuais perquè, com ja afirmaven Christian Heath i Dirk vom Lehn en l'estudi anterior, la importància de la dimensió social és tan gran, que els/les visitants aprofitaran els recursos per servir-la òptimament i, per tant, potser de manera diferent a com s'havia previst originalment.

Els altres estudis inclosos en aquest apartat parteixen de les premisses del Constructivisme social, segons les quals l'aprenentatge no és una experiència individual interna, sinó que es produeix fonamentalment com a conseqüència de la interacció amb l'entorn i, molt especialment, a través del contacte amb les altres persones. En el cas de les TIC això s'ha traduït en termes de col·laboració o cooperació en la realització d'una tasca, ja que aquest és un element fàcilment mesurable en les aplicacions computacionals. Tanmateix, hi ha un article que podria refutar la validesa d'aquesta aproximació: els resultats d'un test comparatiu aplicat a dos grups d'estudiantes de secundària –que havien treballat, respectivament, soles i en grups amb habilitats i nivells de coneixement heterogenis–, van demostrar que no sempre és cert que sigui millor la interacció en grup sinó que l'intercanvi unívoc bidireccional, que caracteritza el paradigma del PC, també pot causar efectes molt positius (Chiu, 2002). Tot i que s'ha afirmat que l'aprenentatge a través de la cooperació promou millors resultats afectius i cognitius, en aquest cas, en què havien de realitzar un treball d'investigació científica, el grup en què les noies van treballar individualment va realitzar millor la seva tasca i també va expressar una actitud més positiva cap a les disciplines científiques i l'ús de l'ordinador per l'aprenentatge (Chiu, 2002: 270). És possible que això sigui degut al fet que la distinció entre les dues condicions experimentals no era tan clara perquè les noies soles també col·laboraven a través de la xarxa (Chiu, 2002: 268) o bé al fet que en el treball en grup es dilueixen les responsabilitats i els resultats finals sempre se'n ressenten (Chiu, 2002: 269). Però també seria coherent amb les conclusions d'altres autors que afirmen que les activitats realitzades col·laborant cara a cara són més adequades per a l'exploració creativa de problemes i la generació d'idees, mentre que la cooperació en el Ciberespai obté millors resultats en relació amb la relació d'idees, la interpretació i la integració de problemes (Jackson i Fagan, 2000: 83).

Les principals formes d'integrar l'aprenentatge social que existeixen actualment en el món de les aplicacions educatives de la tecnologia són tres –virtualitat, realitat augmentada i entorn real– i, com veurem a mesura que les anem tractant, també tenen implicacions museogràfiques, com per exemple la integració en els recursos expositius. Les exposaré a continuació, per ordre des de la màxima virtualitat a la màxima realitat. La primera és la cooperació en un **entorn totalment virtual** i prové de l'àmbit dels *chats*, els serveis de missatgeria instantània i, sobretot, les *MOOs*. L'existència de totes aquestes formes de comunicació a Internet ha portat alguns/es autors/es a considerar que exerceixen un rol social i, per consegüent també educatiu, atès que aquesta és una dimensió essencial des del punt de vista constructivista (Henri i Pudielko, 2003: 474). Per poder-los analitzar ha calgut establir un marc teòric general, format per una tipologia bàsica i pels paràmetres essencials per caracteritzar cada categoria. Partint d'aquest marc s'ha arribat a la conclusió que els grans tipus de “comunitats virtuals” són quatre (Henri i Pudielko, 2003: 478-484):

- **Comunitat d'interessos:** reuneix les persones al voltant d'un tema i intercanvien informacions en relació amb aquest. Els/les membres estan més identificats amb el tema que no pas entre ells/es. Com que no hi ha un objectiu concret, l'aprenentatge es produeix a través de la construcció personal a partir de les informacions disponibles.
- **Comunitat orientada a un objectiu:** el col·lectiu es constitueix per assolir una fita i, per tant, la seva durada depèn d'aquest projecte. Reuneix persones amb diferents nivells de coneixement i habilitats, que tampoc no s'identifiquen amb

les/els altres membres sinó amb l'objectiu. L'aprenentatge es basa en l'elaboració de significats comuns i la planificació d'accions per assolir la fita marcada.

- **Comunitat d'aprenents/es:** grup format per persones que aprenen i que estan reunides al voltant d'un/a instructor/a però separades per edats o nivell acadèmic. Les seves activitats estan lligades a un currículum i dirigides per la persona que actua com a instructora. La cooperació s'acostuma a materialitzar en un treball, la realització del qual ha permès establir lligams socials, repartir responsabilitats, adquirir coneixements nous i afavorir la millora de les habilitats cognitives. Per tant, l'aprenentatge prové de la participació en una activitat pràctica.
- **Comunitat de pràctica:** no és la causa sinó la conseqüència d'una activitat col·lectiva prèvia, i el contacte a través d'aquest entorn ajuda a reforçar la identitat i la pràctica professionals. L'objectiu no és assolir una fita sinó compartir coneixements, impressions, etc. que els/les enriqueixin. Creen uns objectes compartits que estableixen la zona d'influència de la comunitat i reforcen la identitat dels seus membres. Només a través de la pràctica comuna es produeix la cohesió i els guanys esperats.

Aquesta tipologia és útil a l'hora d'analitzar les activitats de les comunitats virtuals perquè, tot i que pot ser una mica simplista, estableix dos paràmetres fonamentals a tenir en compte: les formes de comunicació i la producció i ús dels objectes intermediaris (Henri i Pudenko, 2003: 485). Malgrat que ara ens manquen els estudis que evidencien empíricament les diferències entre aquestes comunitats en relació amb l'aprenentatge, penso que es pot avançar que l'adscripció a un o altre tipus depèn del tipus d'usuari/ària i que, en el cas del museu, el públic general constituiria una comunitat d'interès, mentre que els/les estudiants i especialistes que en fessin ús com a recurs educatiu o científic, es situarien a mig camí entre la comunitat pràctica i la d'aprenents/tes. No crec que es pugui ubicar dins de cap d'aquestes dues categories pures perquè no es pot assimilar ben bé ni a les signatures virtuals ni tampoc a les comunitats formades per persones unides per la seva pràctica professional, tot i que hi ha una activitat educativa que aglutina i ho fa a través de la pràctica.

Dins l'àmbit de les interaccions totalment virtuals sí s'han analitzat les preferències en el cas dels jocs competitiu i s'ha fet evident que les persones tenen diferents habilitats interpersonals i que, en funció d'aquestes, prefereixen establir relacions més o menys competitives (Yu, Chang *et al.*, 2002: 349). Tenint en compte que l'aprenentatge social comporta en un moment o altre una certa competició entre les persones, es va creure convenient analitzar la utilitat d'incorporar els jocs a l'educació formal com a eina d'intercanvi i es va arribar a la conclusió que el vessant lúdic, l'anonimat i la distància imposada per la màquina redueixen els estats emocionals negatius que es deriven de la competició i que sorgeixen més fàcilment en el contacte físic directe (Yu, Chang *et al.*, 2002: 349).

La següent via explorada d'integració del vessant social en les TIC és la **Realitat Augmentada**²²⁶. L'aportació de la RA al museu és que les exposicions estan formades

²²⁶ Jo hi afegiria la Realitat Híbrida dels "Knowledge spaces" i els "Tangible Media", que tenien com a objectiu la millora de l'ergonomia perquè això també té implicacions per l'aprenentatge social, tal com

per dues dimensions, una física i una informativa, i els dispositius mòbils permeten que totes dues coexisteixin en un mateix pla i s'influeixin mútuament (Raptis, Tselios *et al.*, 2005). Com que la introducció dels dispositius mòbils en l'àmbit de l'educació és molt recent, podem dir que encara s'està començant a explorar i, per aquest motiu, més que recollir diversos articles dedicats a una qüestió, presentaré un article representatiu de cada línia de recerca –joc de simulació, aula i museu–, recollits a partir del número especial publicat en el *Journal of Computer Assisted Learning* amb les millors ponències del primer *workshop* de l'IEEE dedicat exclusivament a les “*Wireless and Mobile Technologies in Education*”. En principi, la RA es considera millor que els entorns normals d'aprenentatge perquè “augmenta” la realitat afegint-hi els avantatges – comunicació, multimedialitat, motivació, control, desenvolupament de les habilitats cognitives– de la tecnologia; però també es considera millor que els EVA normals perquè els dispositius són petits i mòbils, amb la qual cosa no es converteixen en protagonistes d'una interacció bidireccional, ni fixen espacialment com fa el PC (Hoppe, Joiner *et al.*, 2003: 255; Zurita i Nussbaum, 2004: 235), sinó que permeten la interacció simultània entre el món físic i la informació digital (Facer, Joiner *et al.*, 2004: 399). En altres paraules, atorguen un major protagonisme de l'entorn i aquest és un requisit necessari en el cas del museu perquè la transmissió de coneixement es produeix, precisament, a través de la immersió i interacció amb una escenografia formada per recursos molt diversos.

Per tot això, Gustavo Zurita i Miguel Nussbaum consideren que la RA aconsegueix millor que cap altre tipus d'interfície les característiques que defineixen el context educatiu tal com l'entén el Constructivisme social (Zurita i Nussbaum, 2004: 235). Els principis bàsics són la construcció de coneixement, l'activitat, la significativitat, la reflexió sobre el propi procés i la col·laboració amb els/les altres participants i, *a priori*, el model plantejat per la RA els segueix perquè proporciona a cada estudiant la informació i les eines necessàries per construir els seus propis coneixements, deixa triar la informació que és significativa, ofereix una referència metacognitiva bàsica i permet l'intercanvi directe entre persones (Zurita i Nussbaum, 2004: 236). Per comprovar-ho es va dur a terme un estudi amb dos grups d'alumnes de 7 anys que treballaven, respectivament, amb un joc format per peces destinades a aprendre les regles sil·làbiques i amb la mateixa eina educativa en versió virtual dins un PDA (Zurita i Nussbaum, 2004: 239). Després d'un test inicial, un test final i la filmació de les sessions, es va arribar a les següents conclusions:

- Des d'un punt de vista general, l'ús de la tecnologia generava millors resultats que no pas el material real (Zurita i Nussbaum, 2004: 240). Part d'aquest resultat pot ser degut al fet que l'ordinador automatitza algunes tasques –per exemple, mostra totes les peces possibles– i, per tant, es poden concentrar més en l'objectiu de l'exercici (Zurita i Nussbaum, 2004: 242).
- També augmentava el nombre d'interaccions socials perquè cada alumne controlava el seu propi dispositiu i es podia moure per ensenyar els resultats als/les altres (Zurita i Nussbaum, 2004: 242).

refleixen el disseny dels experiments. Tanmateix, com que els articles que en parlen no fan cap referència explícita a aquesta qüestió, no aniré més enllà del simple l'esment.

- Permetia planificar i guiar el procés d'aprenentatge en temps real, mostrant a l'alumne/a quan la paraula era correcta i quan no ho era (Zurita i Nussbaum, 2004: 242).

De totes maneres, segons altres estudis, els efectes de la RA no són tan positius i immediats com seria desitjable. L'exemple del joc de simulació ens proporciona una primera evidència en aquest sentit perquè el seu objectiu és avaluar la capacitat d'integració de la tecnologia mòbil en la interacció física directa amb l'entorn (Facer, Joiner *et al.*, 2004). L'experiència de cinc nois i cinc noies d'entre 11 i 12 anys amb un joc educatiu en què havien d'actuar com a lleons i moure's per l'entorn en funció de les informacions proporcionades pel seu PDA va portar a dues conclusions: en primer lloc, que no deixava prou llibertat perquè no era només un joc sinó que hi havia elements instructius que limitaven la creativitat personal; i en segon lloc, que la manca de correspondència directa entre l'entorn real i el virtual portava a conflictes perquè les informacions icòniques proporcionades pel dispositiu mòbil eren massa concretes i llavors no podien realitzar la suspensió d'incredulitat que es produeix quan es juga sense cap més recurs que la imaginació (Facer, Joiner *et al.*, 2004: 407). Així doncs, tot depèn, novament, de la tasca per a la qual s'empra la tecnologia.

El darrer tipus d'aplicació de la RA, que és especialment rellevant per aquest projecte de recerca, encara mostra menys resultats satisfactoris, sobretot tenint en compte que els dos estudis recollits per exemplificar-lo abasten els dos grans tipus de museu: el de Ciències i el d'Art. En el primer cas, l'objectiu de l'equip investigador era comprovar si l'ús de la tecnologia mòbil ajudava a comprendre millor els continguts d'una exposició sobre Ciència. Tenint en compte les condicions especials derivades del fet que aquesta ja és interactiva, el dispositiu havia de servir per aprofundir en les explicacions textuais sobre els experiments, mostrar noves formes d'aprehensió, ajudar a localitzar els diferents temes o seccions i proposar pautes coherents de visita (Hsi, 2003: 309). Així doncs, la hipòtesi a comprovar tenia a veure amb la capacitat de la tecnologia mòbil per augmentar el temps d'estada en cada element expositiu, motivar noves formes d'exploració i assegurar una comprensió més profunda a través de l'establiment de connexions entre els fenòmens del món real i l'exposició (Hsi, 2003: 309).

Després d'observar les activitats, analitzar els usos enregistrats pel sistema i entrevistar els tres grups de visitants –públic general, mestres de ciències i estudiants– (Hsi, 2003: 313) es van obtenir resultats relatius als vessants ambiental, cognitiu i actitudinal. En el primer cas, les usuàries i els usuaris van emfasitzar la sensació d'aïllament tant des del punt de vista del contacte amb les altres persones com de la relació amb l'exposició²²⁷ (Hsi, 2003: 314). Aquesta també va ser la conclusió a què es va arribar a l'avaluació del museu d'Art, a la qual ja m'he referit en parlar del vessant museogràfic de la pragmàtica de la RV (vom Lehn i Heath, 2003: 7-8): els dispositius segueixen acaparant l'atenció dels usuaris/àries, en lloc de fomentar una comunicació igualitària entre els diferents elements implicats –persona, dispositiu mòbil, entorn, objectes i altres persones. Dins el resultat relatiu al vessant cognitiu, es va poder apreciar una dificultat per realitzar transferències entre el món real i el virtual quan no

²²⁷ Jo afegiria que, contràriament a allò que podria semblar havent llegit els arguments a favor de la tecnologia mòbil, és possible que aquesta sensació sigui major en el cas del PDA que del PC perquè en aquest segon cas la persona interactua amb un element que està físicament integrat a l'exposició, mentre que el PDA es porta a sobre i encara fa més egocèntrica la relació amb la informació.

hi havia punts de referència clars que permetessin “superposar” els dos tipus d’explicació (Hsi, 2003: 315). Això no obstant, en tots els casos, la presència de la guia virtual va ser una font de motivació i d’inspiració per provar noves formes d’interacció amb l’exposició i per reflexionar més atentament sobre el missatge transmès (Hsi, 2003: 316). Finalment, es va detectar un ventall d’interessos i preferències en els/les visitants tant pel que fa als continguts del dispositiu mòbil com al format de presentació: mentre que uns/es esperaven trobar exactament el mateix a l’exposició real i a la informació virtual, altres esperaven que fos diferent o complementari, és a dir, que hi veien utilitats diferents, en funció de la categoria de visitant a la qual pertanyien (Hsi, 2003: 315-316).

Alguns autors consideren que la RA exigeix una complexitat tecnològica excessiva per a un esquema d’interaccions socials que, per altra banda, ella mateixa tendeix a simplificar (Hoppe, Joiner *et al.*, 2003: 256). En realitat, el problema a l’hora d’implementar i analitzar sistemes de RA és que es tendeix a pensar exclusivament en termes tecnològics. En aquest sentit, els problemes principals són dos: el primer, que es concep la RA com una miniaturització del PC (Hsi, 2003: 309); el segon i més general, que encara no es conceben les TIC com a eina educativa sinó com a mitjà de lliurament d’informació i aquesta és una noció molt simplista dels processos d’ensenyament -aprenentatge (Hoppe, Joiner *et al.*, 2003: 255). Això comporta que hi hagi un gran buit teòric i metodològic dins aquest àmbit de la RV. Per això alguns autors (Raptis, Tselios *et al.*, 2005) han proposat la noció de “context” com a marc de referència general. Aquesta tria es justifica amb dos arguments (Raptis, Tselios *et al.*, 2005): en primer lloc, la localització, identitat i estat de les persones, els grups i els objectes físics i computacionals –tal com s’ha definit– determina la interacció amb les aplicacions; per altra banda, el concepte pot ser dividit en quatre dimensions analítiques bàsiques que poden guiar el disseny i l’avaluació posteriors. En presento a continuació una breu descripció, juntament amb l’explicació de per què són importants des del punt de vista museològic:

- **Sistema:** es refereix al *hardware* i al *software* que constitueixen el sistema i les connexions entre aquests i l’entorn. Pot semblar una qüestió sense importància – i aquest ha estat, com deia anteriorment, el principal problema a l’hora d’enfocar l’ús de la RV a l’exposició– però el tipus de *hardware* afecta el tipus de comunicació amb el sistema, és a dir, el grau d’activitat del / de la visitant a l’hora d’adquirir la informació (el sistema la proporciona automàticament o bé s’espera a què la persona l’activi quan vulgui).
- **Infraestructura:** es refereix a les connexions entre els elements del sistema, que té a veure amb proporcionar la informació adequada en cada moment, a temps, amb uns continguts correctes i, sobretot, explicitar l’estat del sistema perquè la persona compregui què passa en els temps d’espera i es pugui dedicar a l’exposició en lloc d’estar pendent del funcionament de la màquina. Aquest aspecte és essencial en les activitats col·laboratives o quan hi ha una veritable comunicació bidireccional.
- **Domini:** es refereix als aspectes relacionats amb la interacció específica situada, és a dir, en el cas concret del museu, els perfils i característiques dels visitants, ja que això determina les seves necessitats i aquestes influeixen en els aspectes formals i de contingut del sistema.

- **Context físic:** es refereix a l'entorn físic on es situa el sistema i es pot dividir al seu torn en localització, mobilitat i nombre de persones. La localització és important perquè el sistema ha de tenir consciència de la seva posició tant en l'espai real com en el virtual, per tal presentar la informació adequada en cada lloc. La segona categoria es refereix a la mobilitat dels dispositius, que poden ser classificats en fixos –per exemple, les pantalles situades en punts concrets de les sales–, mòbils –per exemple, els PDA o les audioguies– i autònoms –robots. Per exemple, els PDA presenten l'avantatge que es mouen amb el/la visitant però les pantalles, com que són més grans, poden presentar més dades i permeten activitats de grup. Aquest és precisament l'interès de la darrera categoria, el nombre de persones, ja que, com hem estat veient fins ara, la visita al museu és essencialment de tipus social i els dispositius ho han de tenir molt en compte. El nombre de persones que poden fer servir un dispositiu depèn de la mida de la pantalla i de si fan servir àudio o no.

Aquesta proposta de marc teòric demostra que la introducció de les TIC i, concretament, de la RA al museu no és una simple qüestió de comprar els dispositius tecnològics i esperar beneficis comunicatius immediats, sinó que és molt més complex i exigeix un canvi de mentalitat, des de la pura tecnologia (mal entesa) a la consideració de la configuració de l'entorn i les necessitats dels i les visitants que en seran els usuaris.

La darrera forma d'integració del vessant social de l'aprenentatge en les aplicacions tecnològiques es produeix en el propi **entorn físic real**. En aquest cas, l'aspecte social es pot entendre des de dos punts de vista diferents: un de més general o comunicatiu, en el sentit d'expansió de l'aula o de superació dels seus límits a través de les possibilitats que Internet ofereix de comunicació amb altres institucions, educadors/es, alumnes o d'accés a la informació de la WWW (Schulz-Zander, Büchter *et al.*, 2002); i un altre referit pròpiament a la interacció social en l'entorn real. Des d'aquesta perspectiva, l'estudi de Bricken i Byrne, esmentat anteriorment en diverses ocasions, va demostrar que l'ús de la RV no impedia la col·laboració i l'intercanvi social sinó tot el contrari (Bricken i Byrne, 1993: 215); però cal tenir present que l'estudi es realitzava en un entorn d'aprenentatge formal i la tasca estava orientada a la construcció en grup de móns virtuals. Aquesta és una situació molt diferent a la del museu, en què les persones poden anar soles o acompanyades, arriben amb expectatives i interessos molt diversos, no estan assegurades sinó que passegen lliurement per l'espai i tenen un temps limitat de visita.

Un article que s'apropa més a les necessitats avaluatives del museu –tot i que l'estudi no està realitzat en aquest context– és el que va dur a terme un equip canadenc (Scott, Mandryk *et al.*, 2003) per analitzar l'impacte real dels ordinadors en comparació amb els sistemes de col·laboració o treball en grup tradicionals. En principi, l'avantatge de les TIC respecte de les anteriors computadores és que permeten una col·laboració més rica i més complerta a través de la xarxa però estan limitades per la interfície perquè segueix basant-se en el paradigma del PC, és a dir, un sistema de comunicació bidireccional que acapara totalment l'atenció de la persona (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 220). Per comprovar aquesta afirmació es va realitzar un primer estudi amb 40 nens i nenes d'entre 9 i 11 anys, que havien de realitzar un mateix *puzzle* de tres maneres diferents: amb peces físiques, amb una simulació interactiva dotat d'un sol ratolí, i amb la mateixa simulació però ara amb dos ratolins perquè tots dos infants poguessin

intervenir en igualtat de condicions (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 221). Els resultats van evidenciar que s'aprofita més el recurs educatiu quan tots dos/dues hi poden participar, és a dir, en les interfícies multiusuari, i que llavors la situació és molt comparable a treballar amb les peces físiques (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 222). Això demostra que l'important no és la presència o no de la tecnologia sinó la igualtat de condicions a l'hora d'interactuar amb el material. Això mateix es va fer evident en l'estudi conduït per l'equip de disseny del "NICE Project" –esmentat al final de l'apartat sobre aspectes emocionals i actitudinals–, que va comprovar que els/les alumnes que obtenien millors resultats en els tests eren aquells que havien actuat com a líders durant l'activitat i, per tant, mantingut una interacció directa amb l'aplicació i amb els altres companys i companyes a través de l'entorn virtual (Johnson, Roussou *et al.*, 1998: 182).

Les observacions informals també van demostrar que el contacte directe amb els recursos generava millors resultats que no pas les imatges –les representacions intermediàries– en una pantalla, tot i que els infants preferien treballar amb l'ordinador (de dos ratolins) (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 223). Totes aquestes evidències van suggerir noves qüestions i es va realitzar un segon estudi per comprovar si la causa dels bons resultats era el fet de compartir un espai físic i ser conscient de l'estat de l'objecte i les accions de l'altre/a nen/a (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 225). ¿Què passaria si en lloc de compartir la pantalla compartissin un entorn virtual? En el nou experiment, els nens i les nenes treballaven en tres condicions diferents –un mateix ordinador amb dos ratolins, dos ordinadors un al costat de l'altre i dos ordinadors distanciats– i ara la tasca consistia en resoldre un problema matemàtic - espacial que exigia l'actuació coordinada de la parella (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 224). Els enregistraments en vídeo van permetre d'observar que, en el cas de l'entorn compartit, tot i que els/les nens/es veien el comportament dels objectes, tenien problemes a l'hora de comprendre què feia l'altre/a i posar-se d'acord entre ells/es. A través dels tests i les entrevistes es va confirmar que la millor opció era compartir la pantalla perquè resolien millor la tasca i afirmaven que els havia estat molt més fàcil actuar de manera coordinada (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 225). Tot i amb això, en el cas que necessàriament s'hagi de treballar amb interfícies separades, hi ha una possible solució: les observacions durant les classes d'un curs d'economia han demostrat que les imatges no només serveixen per aprendre continguts sinó que també contribueixen a facilitar la col·laboració en l'entorn real perquè actuen com a punts de referència conceptual en els diàlegs dels/de les participants (Lim, 2001: 215). És a dir, que milloren la comunicació estrictament verbal, potser perquè, en certa manera, actuen com la gesticulació en una conversa cara a cara.

Un altre estudi (Jackson i Fagan, 2000), dut a terme per membres del *College of Education* de la Universitat de Washington al *Learning Center* del *HITL*, es va proposar de comprovar si un entorn virtual col·laboratiu de tipus totalment immersiu afavoria el canvi conceptual, aprofitant el fet que aquest tipus específic de RV situa l'usuari o usuària al centre del procés de comprovació de les seves hipòtesis i li permet experimentar-les en primera persona. Amb aquest objectiu es van establir tres grups d'estudiants de secundària que havien de treballar sobre el tema de l'escalfament global del planeta amb l'ajut d'un sistema virtual totalment immersiu basat en *HMD*: havent après el funcionament de la interfície i els conceptes bàsics sobre el domini de coneixement, el primer grup servia de control i els/les estudiants entraven individualment i no rebien cap ajuda externa; en el segon grup, entraven de dos en dos però tampoc no rebien ajuda dels administradors de l'experiment; en el tercer grup, entraven individualment però els acompanyava un dels membres de l'equip

investigador, que actuava com a assistent expert (Jackson i Fagan, 2000: 87-88). Els resultats de l'experiment tenen més a veure amb les variables lligades a la persona i, sobretot, la tasca, que no pas amb la dimensió social i això és degut, segons la meua opinió, al fet que van barrejar diversos factors potencialment influents en un mateix experiment. En qualsevol cas, es va comprovar que no hi havia diferències significatives entre les tres condicions experimentals: no hi havia proves directes de canvi conceptual (Jackson i Fagan, 2000: 91) i en tots els casos els/les alumnes necessitaven sovint ajuda perquè no sabien què havien de fer dins l'entorn virtual (Jackson i Fagan, 2000: 89). Altre cop es fa evident que, si bé a nivell teòric l'aprenentatge per descobriment sembla una bona estratègia per assolir un aprenentatge significatiu que contribueixi a desenvolupar el pensament formal, presenta problemes d'acompliment pràctic. I també es va tornar a manifestar el gran poder de motivació de l'aplicació i el seu impacte sobre altres canals d'instrucció, la qual cosa alerta sobre la possibilitat que, si no es para molta atenció al disseny, la RV pugui substituir uns errors de concepció per uns altres (Jackson i Fagan, 2000: 90). Però, més enllà d'aquestes dades, encara no se sap ben bé com influeixen els entorns col·laboratius en l'aprenentatge perquè manca la recerca bàsica sobre la dimensió cooperativa de l'aprenentatge per estudiar com hi influeix la RV (Youngblut, 1998: 98).

L'estudi dut a terme per un equip del Politecnico di Milano –al qual he fet referència en parlar dels aspectes emocionals i actitudinals, dins les variables lligades a la persona– va demostrar que els entorns 3D col·laboratius posseeixen un efecte motivador molt important, precisament pel fet que permeten la interacció social física i a distància (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 375), i això facilita l'aprenentatge de coneixements que, altrament, serien molt difícils d'integrar, pel seu nivell de complexitat, abstracció i manca d'atracció tant per part dels i les alumnes com del professorat (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 376). L'equip del Politecnico va dissenyar un conjunt d'entorns virtuals –sobre els manuscrits del Mar Mort, sobre la història d'Itàlia a l'Edat Mitjana i sobre la formació dels Estats - nació a l'Europa moderna– que permetien la descàrrega de materials, la realització de fòrums, la preparació conjunta de deures entre dos equips separats espacialment i l'exploració de l'entorn, tot plegat sota la forma d'un repte en què l'acompliment de les diferents tasques augmentava la puntuació dels equips (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 377-378). Aquestes activitats van ser introduïdes en el desenvolupament normal dels currículums escolars d'alumnes de Secundària d'arreu d'Europa i els seus efectes van ser analitzats a través de qüestionaris als professors i professores, a les persones que van actuar com a guies durant les exploracions de l'entorn virtual i als/a les alumnes; observacions directes i remotes; anàlisi dels xats i dels materials produïts pels i les alumnes; grups de treball; i enregistrament de les classes (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 378, 382). Sembla que la capacitat de crear una sensació de “presència virtual”, juntament amb el disseny dels continguts, va ser la causa que els/les participants augmentessin significativament el nombre de coneixements sobre la matèria i també es va demostrar, com ja he esmentat anteriorment, que això era possible gràcies a la creació d'una sensació de “presència virtual”: l'important no era el realisme de les imatges o la realització de les tasques sinó el manteniment d'aquest vincle cooperatiu ja que, en aquells moments en què fallava la connexió, es trencava la sensació de presència i en sortia perjudicat el procés d'aprenentatge (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 382). Una altra prova de la importància del factor col·laboratiu per l'aprenentatge i en relació amb la motivació és que els i les alumnes van expressar en els questionaris que preferien treballar amb les TIC quan aquestes permetien la

comunicació que no pas en situacions d'interacció individual exclusiva amb la màquina (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 383).

Fins ara hem vist tot d'estudis que estaven dirigits a analitzar la capacitat de la tecnologia en relació amb l'aprenentatge col·laboratiu però cap d'específicament situat en el context del museu. Fins ara només he trobat una referència que respongui a aquestes característiques: la tesi realitzada per Kher Hui Ng a la Universitat de Nottingham el per obtenir un títol de Tercer Cicle (NG, 2002). Aquest treball presenta els resultats d'un projecte que tenia com a objectiu comprovar, tenint en compte que la visita al museu és principalment de tipus social, si la tecnologia permet la interacció de grup (NG, 2002: 65). Per obtenir les dades necessàries per l'anàlisi va emprar l'observació directa i l'enregistrament en vídeo dels i les visitants durant l'ús de la interfície (NG, 2002: 64), però en aquest treball només presentava els resultats preliminars del primer tipus de metodologia avaluativa. L'objecte de l'anàlisi era l' "*StoryTent*", un dispositiu en forma de tenda en què el sostre estava format per dues pantalles, de manera que les projeccions eren visibles tant des de dins, per part de les persones que controlaven la navegació, com des de fora, per part de la resta de visitants. L' "*StoryTent*" estava situat al pati d'un castell medieval musealitzat i tenia com a objectiu propiciar la seva exploració activa, seguint els postulats constructivistes bàsics (NG, 2002: 69).

La forma del dispositiu estava pensada perquè els/les visitants, situats dins mateix del dispositiu, se sentissin més implicats en l'activitat i perquè poguessin col·laborar amb els de fora i era molt flexible en relació amb el tipus de visitants, ja que permetia la presència d'usuaris/àries individuals o fins a cinc persones de tota mena d'edat (NG, 2002: 75). Per altra banda, la investigadora va detectar quatre tipus de conducta que informaven indirectament del fet que s'estava produint un procés d'aprenentatge: les mares que explicaven els continguts als seus fills i filles; plantejar preguntes sobre el castell; relacionar les dades amb fets històrics coneguts; i relacionar els artefactes digitals amb els reals (NG, 2002: 71-72). També va observar un seguit d'activitats pròpies de l'exploració col·laborativa: interactuar per torns; assenyalar objectes; comunicació verbal; reciprocitat –els usuaris i usuàries eren alhora observadors/es i observats/ades i la gent de fora podia aprendre a través de les seves accions–; un/a membre del grup adoptava el rol de líder i interactuava amb el sistema i els/les altres s'ho miraven (NG, 2002: 72-74). La conclusió general que es pot extreure d'aquest treball és que la capacitat de recolzar la dimensió social depèn en gran part del disseny de la interfície.

Exceptuant el penúltim treball, en què s'emfasitzen els efectes positius dels entorns virtuals –però crec que es degut al fet que es barregen diferents factors causals bàsics, com ara la col·laboració o l'enfocament lúdic del procés d'aprenentatge–, i el cas excepcional de l' "*StoryTent*", els estudis anteriors tendeixen a assenyalar clarament que el tipus d'interactivitat que caracteritza les TIC té efectes molt positius sobre l'aprenentatge individual, però és poc adequat per a la interacció social perquè no permet una comunicació complexa, la qual cosa és especialment crítica des del punt de vista del museu. La causa és que les TIC no es basen en els models d'interacció pròpiament humans sinó computacionals, que estan pensats per mantenir un diàleg directe d'un/a a un/a i entenen la comunicació simplement com a una seqüència de tasques necessàries per assolir un objectiu (Heath i vom Lehn, 2002: 2). Tot i que ara s'estan començant a desenvolupar els entorns col·laboratius immersius, encara són molt

costosos, per la qual cosa les interfícies disponibles acostumen a ser poc adequades per la dimensió social de l'experiència museística i els dispositius acaben essent poc o mal utilitzats: al final, resulta que no estan acomplint la funció de millora de la comunicació per a la qual havien estat integrats.

II.5.3.3.6.4.3. Integració dels recursos expositius

El mateix que acabem de veure sobre la interacció social es pot aplicar a l'altre aspecte percebut com a possible font de conflictes: la integració de la RV en el conjunt de l'exposició. Malauradament, en aquest cas també hi ha una manca d'anàlisis empíriques per esbrinar específicament aquesta qüestió. Hi ha diversos estudis que tenen en compte el nivell d'atracció i de retenció dels dispositius, així com els patrons de recorregut a la sala: per exemple, l'anàlisi de Mikel Asensio i Elena Pol sobre els diorames (Asensio i Pol Méndez, 1996b); l'estudi sobre el Museu Marítim d'aquests mateixos autors (Asensio i Pol Méndez, 2001); l'estudi del *Science Museum* de Londres, del qual Andrea Zifferero presenta un diagrama dels nivells d'atenció a la sala (Zifferero, 1999: 417); o la tesi doctoral de Gabriel Alcalde (Alcalde, 1992). Però la perspectiva de totes aquestes publicacions és molt general i/o no fan esment d'aquesta problemàtica particular. Les úniques avaluacions que s'hi refereixen són les realitzades per Ruth Owen *et al.* (Owen, Buhalis *et al.*, 2005), Alzúa-Sorzábal *et al.* (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005), Viviane Jovet (Jovet, 2003), i Christian Heath i Dirk vom Lehn (vom Lehn i Heath, 2003). Aquestes dues ja han estat esmentades, respectivament, dins el "Vessant museogràfic", a l'apartat dedicat a "La relació amb els altres recursos expositius", i en recuperaré les explicacions obtingudes a partir de l'observació a la sala i els qüestionaris sobre el funcionament i aprenentatge amb aquests dispositius. Els principals problemes de la introducció de la RV com a mediatra comunicativa al museu són quatre:

- És més complexa que el discurs que pretén transmetre, amb la qual cosa el/la visitant té dos problemes: ha de desxifrar el missatge i el funcionament de l'intermediari (Asensio i Pol Méndez, 1997: 48).
- Segons la seva ubicació en l'espai, trenca la tradicional linealitat de la visita perquè crea al seu voltant una àrea d'activitat paral·lela a l'observació dels objectes que, per la seva interactivitat, genera unes actituds emotives i corporals que encara avui són considerades incorrectes dins el context intel·lectual i contemplatiu de l'exposició (Jovet, 2003).
- S'interposa entre els originals i el públic (Asensio i Pol Méndez, 1997: 47; Jovet, 2003; vom Lehn i Heath, 2003) i, en alguns casos, ha arribat a esdevenir protagonista, en detriment del propi missatge (Asensio i Pol Méndez, 1997: 39) o dels objectes (Heath i vom Lehn, 2002: 9).
- Conté un discurs propi, autònom, que trenca el fil conductor general del discurs de l'exposició (Jovet, 2003).

Naturalment, aquests fets són negatius partint de la premissa que la forma ideal d'exposició ha de conduir els i les visitants a través del missatge expositiu de forma pautaada, lineal i progressiva. Tot i que la forma narrativa lineal es considera la més

adequada per l'aprenentatge, l'arribada de les TIC ha traslladat la hipertextualitat a les sales dels museus i s'ha unit a les concepcions constructivistes i als nous models d'aprenentatge informal per transformar la visita al museu en una lliure exploració de l'espai i els continguts. L'exemple més paradigmàtic seria la introducció de la RA a través dels PDA.

Tanmateix, això pot complicar encara més la comprensió del missatge global a través dels diferents dispositius. Un estudi qualitatiu realitzat a la secció del s. XVII del *Victoria and Albert Museum* de Londres va evidenciar que, malgrat l'aparent èxit dels dissenys interactius, era molt probable que la gent no fos capaç d'establir una vinculació intel·lectual entre aquests i els objectes que se suposava que havien d'explicar, especialment si estaven físicament separats. En el cas concret analitzat, es tractava simplement d'un conjunt de peces ceràmiques, situat sota el cartell explicatiu, que es podia agafar i tocar per comparar la factura xinesa i l'anglesa (Heath i vom Lehn, 2002: 7). L'observació dels comportaments dels/de les visitants va demostrar que, fins i tot en aquest cas tan evident, encara hi havia gent que no era capaç d'establir una connexió entre l'explicació i els objectes o, fins i tot, d'entendre'n el propòsit (Heath i vom Lehn, 2002: 8). Això mateix expressa l'equip que va analitzar l'exposició Ferrum al Museu de San Telmo de Donostia: en un dispositiu aparentment tan clar com el "*Virtual Showcase*", que reuneix l'objecte real –dins una vitrina central– i les reconstruccions – en una mena de "*workbench*" situat just a sota, les persones dels grups de treball expressaven la dificultat per establir una relació entre l'objecte real i la seva reconstrucció virtual (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005: 126). Mentre que en el cas del País Basc, aquesta evidència servia com a justificació de la poca acceptació del dispositiu, en el cas dels museus anglesos, es proposava una explicació per a aquesta incapacitat d'establir una relació entre els elements museogràfics: la causa era que el dispositiu estava pensat per transmetre el seu missatge si es seguia el recorregut espacial preconcebut –és a dir, que s'arribava al dispositiu des de la dreta– però, tot sovint, la interacció social que es produïa dins la sala no permetia seguir-lo (Heath i vom Lehn, 2002: 8). El problema de molts interactius és que estan pensats per millorar la comunicació però no es té en compte que només ho fan sota unes determinades circumstàncies –de recorregut, de capacitat cognitiva, d'interacció social, etc.– que sovint es desconeixen; el resultat és que, al final, no aconsegueixen la funció esperada. Si això passa amb objectes reals, és molt probable que el problema s'accentuï en el cas de les TIC que, a més, presenten una interfície i un sistema de comunicació diferent al dels dispositius museogràfics tradicionals. Però, per altra banda, els estudis realitzats per Marina Adams i Theano Moussouri a l'*Speed Art Museum* de Louisville van demostrar que la visita repetida a l'exposició interactiva millorava la posterior visita a l'exposició tradicional en el sentit que ajudava a entendre-la millor (Adams i Moussouri, 2002: 5). En el cas de la RV, seria possible que l'ús repetit de la seva interactivitat, encara que fos en una sala diferent, ajudés a desenvolupar les capacitats interpretatives del públic?

Les conclusions de l'estudi de públic realitzat per Viviane Jovet (Jovet, 2003) demostren que les TIC pateixen una dificultat d'integració en el discurs expositiu perquè es tracta d'una eina específica, un mitjà de comunicació autònom situat dins un altre mitjà de tipus contextual, que és l'exposició, i que ja compta amb altres recursos totalment adaptats. Això mateix expressava l'equip de Deusto: la dificultat per integrar el dispositiu dins l'exposició (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005: 126). En primer lloc, va esdevenir la principal atracció de l'exposició, la qual cosa va comportar la creació de grans expectatives que, en la majoria de casos, no es van veure satisfetes. Els principals

problemes tenien a veure amb la qualitat dels gràfics, la manca d'intuïtivitat de la interfície i la percepció que la reconstrucció virtual feia nosa a l'objecte real. En segon lloc, malgrat la seva visibilitat i la seva capacitat d'interacció multisuari, un terç dels i les visitants no s'hi va acostar i, els/les que hi van interactuar, ho van fer durant com a molt mig minut, la qual cosa no deixa temps per veure adequadament tots les projeccions. També ho va fer palès Ruth Owen a la seva presentació al VAST2005 (Owen, Buhalis *et al.*, 2005: 133): segons les respostes dels qüestionaris –no pas les observacions reals–, durant la visita, la gent feia servir poc els dispositius “*high-tech*” perquè els interessaven més els objectes reals. Tanmateix, s'hi dedicava més interès quan no es tracta de la primera visita, la qual cosa significa que, un cop efectuada la primera aproximació, els/les visitants buscaven noves formes d'exploració dels continguts.

Els problemes d'integració conceptual per part de l'exposició i del públic es deuen al fet que les TIC comporten una complexitat derivada de les seves especificitats com a mitjà de comunicació interactiu i multimèdia. Jo crec que per reduir aquest conflicte cal, en primer lloc, definir clarament el seu rol a l'exposició, en funció del domini de coneixement i de la concepció museològica subjacent. I després, actuar principalment en dos nivells: en el primer, fer que l'ús es naturalitzi –com en el cas dels “*Tangible media*” o la interfície esdevingui invisible, perquè l'aparença externa és un dels principals vehicles d'individualització; en el segon, fer que els continguts estiguin més relacionats amb l'entorn per tal que contribueixin a la construcció general de significat. I, per altra banda, sobretot en el cas dels museus d'Arqueologia, cal abandonar els enfocaments tradicionals i conductistes del museu i les disciplines històriques i apropar-se a les concepcions constructivistes i socials perquè d'aquesta manera s'elimina el problema de trencament de la linealitat del discurs o la minva de protagonisme dels objectes. Però, evidentment, això només són suposicions: caldria poder realitzar una avaluació comparativa per comprovar que, efectivament, aquest segon tipus de museu contribueix a millorar el gaudi i l'aprenentatge de les disciplines històriques. Sobretot quan alguns estudis conduïts a l'entorn formal (Ainsworth, 1999; Chan Lin, 2001; Swaak, de Jong *et al.*, 2004) i també a l'entorn informal (Asensio i Pol Méndez, 1997) indiquen que la RV no és tan intuïtiva com podria semblar a priori.

La integració en el disseny expositiu també s'ha d'analitzar des de la perspectiva del confort i les necessitats físiques dels/de les visitants perquè condicionen des d'un nivell més bàsic l'aprenentatge que es produeix a l'exposició. Malgrat que en l'àmbit museogràfic s'han realitzat nombrosos estudis sobre els factors ambientals i que des de l'enginyeria s'han publicat nombrosos articles sobre l'adaptació de les interfícies als sentits humans, no tinc constància que n'hi hagi cap que integri les dues perspectives, és a dir, que analitzi la influència dels aspectes ergonòmics en l'aprenentatge dins el marc específic de l'exposició. En l'àmbit educatiu formal, en canvi, s'ha comprovat a través d'un estudi comparatiu (Trimmel i Bachmann, 2004) realitzat amb dos grups d'estudiants de batxillerat que, respectivament, havien treballat uns mateixos continguts amb i sense ordinador. Els autors van arribar a la conclusió que els ordinadors milloren les habilitats espacials, augmenten la participació, la motivació i l'interès –factors decisius per l'èxit de l'aprenentatge informal– però, en contrapartida, influeixen negativament en el confort físic, especialment dels braços i la vista. Malgrat que aquests resultats no són directament extrapolables ni generalitzables perquè les solucions museogràfiques són molt diverses, cal tenir-los en compte perquè en el cas de l'exposició s'hi pot afegir el fet que les/els visitants no estan permanentment asseguts

davant la pantalla com passa a l'aula ni tenen obligatòriament una hora o hora i mitja per dedicar a aquella activitat.

En relació amb aquesta mateixa qüestió, Cristine Youngblut, que va revisar la majoria de la bibliografia disponible sobre els usos educatius de la RV, explica que, segons les respostes dels qüestionaris, un dels principals problemes de la RV és la dificultat d'ús de la interfície i que els/les estudiants apreciaven que aquestes fossin el més multisensorials i naturals possible (Youngblut, 1998: 100-101). Sovint també es parla de malestar, com ara desorientació i molèsties oculars en el cas dels entorns immersius, però no s'ha pogut demostrar que això tingués cap repercussió negativa sobre els resultats de l'aprenentatge (Youngblut, 1998: 101).

II.5.3.3.6.4.4. Immersió i immersivitat

Un altre aspecte característic de l'entorn del museu és el grau d'integració de les persones en l'exposició que, indirectament, està relacionat amb l'anterior perquè la immersió en el discurs passa per la integració harmònica de tot el conjunt museogràfic. Florence Belaën, de la Universitat de Borgonya, va realitzar un estudi global sobre els efectes de la immersió als museus –l'he comentat a l'apartat dedicat al vessant museogràfic de la transmissió del coneixement arqueològic al museu– que, des de la perspectiva actual, pot ser interessant perquè també va incloure dades sobre els dispositius tecnològics. Malauradament, aquest tipus d'estudis no són gaire corrents perquè encara no s'ha consolidat com a variable d'anàlisi: es considera una experiència global subjectiva, amb la qual cosa costa definir els paràmetres d'anàlisi i la majoria dels estudis realitzats no surten de l'àmbit intern de la institució (Belaën, 2003: 11).

Comencem pel treball de la investigadora francesa. La seva anàlisi dels recursos immersius va partir d'una tipologia establerta en funció del tipus de representació de la disciplina de coneixement. En el cas dels dispositius de **lògica exògena** –aquells en què el domini de referència existeix o ha existit i es tracta de reproduir-lo de la manera més exacta possible, com és el cas de l'Arqueologia– els estudis [(Bitgood, 1990), citat a (Belaën, 2003: 12)] van demostrar que les seves qualitats principals eren la facilitat d'accés i lectura, la seva aptitud per públics poc especialitzats i la capacitat d'apel·lar a l'empatia com a vehicle de motivació i ensenyament. En aquest sentit, l'efecte causat per la immersivitat serà major com més present estigui el tema en l'imaginari col·lectiu, perquè toca l'aspecte emotiu i aquest sempre és un factor determinant per l'aprenentatge. Una de les frases més recurrents per resumir els avantatges citats anteriorment era que “la visita s'assemblava a un viatge en el temps” (Belaën, 2003: 12), que es pot extrapolar a l'ús de la RV com a representació d'escenaris i monuments. Per tant, es demostra empíricament que la RV, com els diorames, posseeix un gran impacte visual que pot transmetre de manera ràpida i precisa concepcions sobre el passat.

Pel que fa a les exposicions regides per una **lògica mixta** –aquelles en què el domini de referència existeix o ha existit, però no es pretén reproduir-lo exactament, sinó interpretar-lo, per exemple, a través de metàfores– la recepció per part del públic és més complexa perquè la construcció del món és artificial i, per tant, cal comprendre el llenguatge metafòric i el món que representa o al qual fa referència. Aquesta és una qüestió que potser també es podria extrapolar a la RV perquè, malgrat que les imatges

són totalment figuratives, la interacció amb la interfície no acostuma a reproduir exactament les relacions naturals amb el món real i, per tant, cal aprendre prèviament com funciona l'entorn virtual. En aquest cas, Belaën descriu tres tipus de reacció (Belaën, 2003: 14-15). Parla de “ressonància” quan els/les visitants comprenen els missatges i l'objectiu de l'exposició i se senten engrescats a participar en tot el que se'ls proposa. La “distanciació” caracteritza la reacció de les persones que no se senten a gust amb el llenguatge museogràfic triat perquè, malgrat que el tema els interessava, consideren que el format de presentació és desproporcionat en relació amb el contingut. Finalment, hi ha els/les visitants que no comprenen el missatge ni l'objectiu de l'exposició i que no volen o no saben utilitzar els dispositius que l'exposició els ofereix per desxifrar-los. Això demostra dues coses. En primer lloc, que la immersió posa en joc tres elements íntimament relacionats, la percepció, la cognició i l'emoció, cap dels quals no es pot deixar de banda (Belaën, 2003: 15). En segon lloc que, malgrat les promeses realitzades *a priori*, els dispositius immersius no garanteixen una adquisició de coneixements i una actitud positiva immediates, sinó que cal tenir els codis de representació del domini de coneixement original perquè sinó pot afegir-se com a font de problemes a la comprensió del propi contingut (Belaën, 2003: 15).

Els autors i autores que entenen la RV com a aplicació necessàriament immersiva consideren de manera més o menys implícita que la RV només pot correspondre a una lògica exògena. En aquest sentit, William Winn afirma que els avantatges de la immersivitat són dos. En primer lloc, que desapareix la separació entre les persones i les informacions que es produïa en els mitjans tradicionals. Normalment s'estableix una distinció entre dues formes d'aprehensió del món: quan es produeix “en primera persona”, el coneixement és directe, subjectiu i normalment tàcit i és el resultat de la interacció quotidiana amb ell; quan es produeix “en tercera persona” és perquè hi ha un element intermediari que ens l'explica o presenta i llavors el coneixement resultant és vicari, comú, objectiu i normalment explícit (Winn, 1993: 2-3). Les concepcions actuals de l'aprenentatge consideren que aquest consisteix en una integració de totes dues estratègies perquè totes dues contenen elements positius i negatius. Però en l'àmbit de la RV, especialment en opinió dels/de les qui defensen la seva definició com a aplicació necessàriament immersiva i/o que han adoptat un enfocament activista de l'aprenentatge –en una línia teòrica que va de Rousseau fins a Piaget, passant per Dewey (Winn, 2002: 2)–, la presència de la interfície converteix la navegació en una experiència en tercera persona i això és un element negatiu. Per aquest motiu insisteixen en la necessitat de millorar la immersivitat com a forma d'eliminar la interfície i aconseguir una experiència en primera persona (Winn, 1993: 3), a través de la qual l'impacte emocional i cognitiu és més profund perquè la persona aprèn a través de la realització de la tasca (Mantovani, 2001: 208).

El segon avantatge de la immersivitat, estretament lligat a l'anterior, és que permet una interacció no - simbòlica amb l'entorn perquè el món virtual es comporta com si fos real. Les experiències en tercera persona necessiten un codi de comunicació compartit i per tant són més simbòliques que les interaccions directes amb el món real, que s'acostumen a realitzar per via icònica (Winn, 1993: 4). Com en el cas anterior, el mateix tipus d'autors/es consideren que la segona possibilitat és millor que la primera i que la RVI és, per tant, molt adequada per l'aprenentatge perquè es basa en la semàntica natural, apresada des del naixement. Per exemple, els estudis de Meredith Bricken i el propi William Winn (Winn i Bricken, 1992) van demostrar que es poden aprendre dominis de coneixement completament abstractes, com ara l'àlgebra, sense necessitat

d'aprendre el seu sistema simbòlic convencional. I això és possible a través d'una experiència directa, personal i implícita, com ara la que proporcionen les aplicacions de RV. Aquest sistema presenta l'avantatge que hi poden aprendre els alumnes dotats d'habilitats cognitives diferents de les que habitualment surten afavorides pel sistema d'instrucció tradicional, molt més lògic - verbal i abstracte (Winn, 1993: 4).

Com ja he comentat a l'apartat sobre "La RV des de la perspectiva constructivista", aquests dos avantatges es fonamenten en concepcions errònies perquè, en el primer cas, la reconstrucció virtual no constitueix un món *per se* sinó que és un model dissenyat per éssers humans i, per tant, mai no deixarà de constituir, al nivell més bàsic, una experiència en tercera persona. Una altra cosa és que, en el moment de la interacció fem una suspensió d'incrèdula i interpretem les imatges virtuals com a estímuls provinents d'un entorn real. En el segon cas, la nostra interacció amb el món ja està plena d'operacions de tipus simbòlic perquè el nostre entorn no és natural, sinó cultural i, per tant, hem d'interpretar un gran nombre de codis, des del circulatori al llenguatge, passant per la gestualitat i la cultura material. Això fa que hi hagi molts coneixements que són abstractes per ells mateixos i que no sempre es podran expressar prescindint del seu codi simbòlic. Per tant, com també comenta William Winn en el seu article previ al *workshop* de Loughborough (Winn, 1997: 4), cada tipus d'element comunicatiu és adequat per explicar diferents tipus de fenòmens i, per tant, tots dos són complementaris.

Això no obsta perquè l'equip del *HITL* hagi realitzat avaluacions totalment vàlides de les aplicacions de RVI que ens permeten contrastar l'efectivitat d'aquest factor concret. Aquest és el cas del treball de recerca de tercer cicle realitzat per Christine Byrne (Byrne, 1996) que, partint d'una base constructivista –s'aprèn quan s'està immersit en un entorn (educatiu) i es participa activament en la construcció de coneixement (Byrne, 1996: 14)– i de certes premisses proporcionades per la Psicologia cognitiva –el cervell treballa millor amb informació concreta que abstracta (Byrne, 1996: 15)–, tenia com a objectiu comprendre quins són els factors interns que confereixen a la RV els seus avantatges educatius. Per això va dissenyar quatre aplicacions sobre química molecular –un tema triat per la seva dificultat intrínseca, associada al fet que treballa amb elements abstractes o no visibles (Byrne, 1996: 15)– que diferien en el grau d'immersivitat i interactivitat:

- **RV:** immersiva i interactiva; els/les estudiants duïen un HMD i amb l'ajut d'una "vareta" havien de construir una molècula d'aigua.
- **Vídeo:** no hi ha ni interactivitat ni immersivitat perquè els/les estudiants veuen un audiovisual en una pantalla televisiva.
- **Mac Interactive:** hi ha interactivitat –els/les estudiants han de construir la molècula– però no immersió perquè treballen amb una pantalla de PC.
- **Mac Run:** com en el cas del vídeo, no hi ha ni immersió ni interacció; els/les estudiants veuen una demostració realitzada per la dissenyadora. La duplicació d'una de les situacions serveix per comprovar que no hi ha altres factors involucrats en els resultats (Byrne, 1996: 40).

Va agafar 91 estudiants de Batxillerat que ja havien tractat el tema a classe i els va separar en cinc grups, un per a cada aplicació, més un que actuava com a grup de control, ja que realitzava les proves sense haver vist cap de les aplicacions. Els/les estudiants van realitzar tests orals i escrits abans i després de treballar amb la tecnologia per tal de comprovar els guanys cognitius i obtenir el major nombre de dades quantitatives i qualitatives (Byrne, 1996: 48).

La hipòtesi de partida era que la RV és útil com a eina educativa gràcies al seu elevat nivell d'immersió i interactivitat però l'estudi va demostrar que la segona i no pas la primera és veritablement rellevant, ja que els/les estudiants que van treballar amb les dues opcions interactives van obtenir els millors resultats i cap diferència significativa entre ells (Byrne, 1996: 73). La comparació entre les dues situacions no immersives i no interactives va resultar no significativa en els tests orals però, en canvi, diferien clarament en l'escrit: sorprenentment, el grup del Mac Run va obtenir tan bons resultats com el de la RV i el Mac Interactive, mentre que el del Vídeo no va millorar significativament. Això significa que les dues variables analitzades no eren les úniques que intervenien en els resultats del test escrit i, tenint en compte que aquest era idèntic al test realitzat prèviament a l'aula, ens alerta sobre la possibilitat que, en alguns casos, no estiguem mesurant veritablement l'aprenentatge sinó el record d'un grup que surt afavorit per les formes comunicatives (Byrne, 1996: 75). Això concorda amb els resultats obtinguts per Kimberley Osberg, que va comprovar que, com que la RV és una eina comunicativa visual, afavoreix que la informació s'emmagatzemi, es recuperi i es representi amb més facilitat visualment: mentre que les explicacions del pretest eren principalment verbals, les del posttest eren principalment visuals o barrejaven els dos llenguatges i, si empraven l'expressió escrita, hi incloïen moltes més metàfores visuals (Osberg, 1997: 118-119, 133). Aquesta influència del tipus de test també es pot apreciar en l'estudi a llarg termini realitzat per Byrne: els tests escrits van mostrar que no semblava que les TIC ajudin més a retenir els coneixements a llarg termini però en el test oral el grup de la RV no va tornar al nivell del primer test, la qual cosa significa que alguna cosa va quedar i que era més fàcil expressar-la oralment (Byrne, 1996: 75).

Així doncs, la primera conclusió important que es pot treure d'aquest estudi és que la RV no és absolutament millor que altres formes tecnològiques d'instrucció però sí que, tal com es pensava, la interactivitat és un factor crític. En canvi, no ho és la immersió, que només va tenir efectes realment significatius sobre la motivació (Byrne, 1996: 80). Per intentar explicar aquest resultat, l'autora va identificar cinc possibles causes. La primera, coincidint amb altres estudis esmentats anteriorment, els problemes amb la interfície: un dels principals esculls a l'hora de comprendre els continguts és que abans cal aprendre a fer funcionar el sistema i això no és evident ni immediat. La demostració va venir del fet que el grup de la RV cometia més errors de navegació que cap altre (Byrne, 1996: 76). La segona causa és que encara es fa servir el nou mitjà segons els paradigmes antics, de manera que no s'aprofitava al màxim el potencial de la RV i, més concretament, de la immersivitat, per exemple, explorant les molècules a escales diferents, etc. (Byrne, 1996: 78; Furness, Winn *et al.*, 1998: 4). I el mateix es pot aplicar, com a tercera causa, a les formes d'avaluació. Tal com exposen Daniel Fällman i els altres autors (Fällman, Backman *et al.*, 1999), en el sistema d'instrucció tradicional, els i les alumnes havien de memoritzar un conjunt de fets, regles i exemples i, a partir d'aquests elements, formar un coneixement general. Per tant, podien aprovar el exàmens a curt termini, encara que no haguessin adquirit una comprensió profunda del fenomen, perquè només es tractava de repetir les informacions proporcionades. En

canvi, l'aprenentatge a través de l'experiència proporciona una gran comprensió intuïtiva, sense que això comporti necessàriament un cos de coneixement explícit.

Conseqüentment, tant les estratègies pedagògiques constructivistes en general, com les seves implementacions tecnològiques obtenen resultats realment decebedors quan es mesuren amb els sistemes quantitius pensats per al paradigma anterior. Per exemple, en el cas de la RV encara s'acostumen a mesurar els seus beneficis segons les velles formes abstractes i bidimensionals, de manera que els que han treballat amb RV, icònica i 3D, pateixen un clar desavantatge perquè saben que han après però no saben com expressar-ho (Byrne, 1996: 78). En realitat, com també afirma Fabrizia Mantovani (Mantovani, 2001: 218), el problema es troba en l'enfocament d'aquestes avaluacions: no es tracta de construir nous mesuradors dels resultats de l'aprenentatge, sinó de construir una metodologia d'anàlisi estàndard, alhora quantitativa i qualitativa, per tal de copsar la complexitat de les variables afectades per la introducció de la RV i integrar tots els resultats en un marc teòric que permeti la comprensió del procés, el disseny i l'avaluació de noves aplicacions. Finalment, la darrera causa prové de les diferències tecnològiques entre les diferents interfícies: els sistemes immersius encara pateixen problemes de resolució, interactivitat, etc., la qual cosa provoca una disminució en la sensació d'immersió i/o majors dificultats per comprendre els objectes (Byrne, 1996: 79). Finalment –i jo crec que aquest és un problema general de l'estudi i no només de la immersivitat–, la població d'estudi: els grups no eren homogenis sinó que per causes que escapaven al control de la investigadora, es van fer servir grups provinents d'escoles diferents i que, per tant, presentaven característiques diferents (Byrne, 1996: 79).

En conclusió, aquesta avaluació sembla confirmar els efectes positius de la interactivitat i, per tant, de les aplicacions tecnològiques guiades pel paradigma constructivista, però no hem d'oblidar alguns treballs citats anteriorment, en els quals es posaven en evidència els problemes que presenta l'aprenentatge per descobriment. Per altra banda, també ha demostrat que la immersió no té cap efecte intel·lectual específic però, si tenim en compte els resultats de la majoria d'estudis, arribarem a la conclusió que té un elevat poder motivador i això pot contribuir a reforçar indirectament l'aprenentatge. A aquesta mateixa conclusió va arribar Cristine Youngblut, després d'haver revisat els estudis disponibles sobre aquesta qüestió: en tots els casos, sense excepció, la immersivitat contribuïa a augmentar considerablement la motivació; però també esmenta que en tres casos es va poder establir una correlació significativa entre el grau d'immersió i els resultats de l'aprenentatge (Youngblut, 1998: 98). En un cas concret, en què es presentava una aplicació sobre biologia cel·lular, l'equip investigador va descobrir que el sistema immersiu era millor per a la retenció simbòlica, mentre que el sistema no immersiu era millor per a la retenció funcional (Youngblut, 1998: 98).

De totes maneres, és molt possible que aquests resultats estiguin amagant altres factors causals, ja que aquesta i una altra de les aplicacions eren, a més d'immersives, interactives i, en el tercer cas, es va revelar que l'element important era la tridimensionalitat perquè s'estava comparant la RVI amb una simulació en 2D (Youngblut, 1998: 98). En relació amb l'efecte de la tridimensionalitat, William Winn aporta un estudi (Winn, Windschitl *et al.*, 2002) que podria aclarir una mica la influència dels diversos factors: la majoria de vegades, la RV s'ha emprat per estudiar fenòmens tridimensionals i dinàmics –el comportament no-lineal dels quals no pot ser entès en termes de suma de les parts, sinó com a propietat emergent d'un sistema de

factors interdependents– i ha demostrat la seva efectivitat, especialment en el cas d'interfícies immersives. En aquest cas concret, en què s'intentava resoldre un problema relacionat amb una planta depuradora, el grup que feia servir la RVI va aprendre més sobre el moviment de l'aigua que no pas el que havia treballat amb el *Desktop*, però no hi havia diferències en relació amb la salinitat i el cicle de mareas i això és degut a què aquests elements no exigeixen la percepció exacta del seu funcionament espàcio – temporal real, sinó que poden ser apresos a través de representacions relativament estàtiques i bidimensionals (Winn, 2002: 16).

En alguns casos, el concepte d'immersivitat ha estat substituït pel de “presència”, una noció que evidencia la pròpia evolució interna de la RV perquè aquesta ja no es considera simplement una interfície tecnològica, sinó un entorn complet en què les persones tenen experiències (Mantovani, 2001: 209). La recerca sobre presència és un àmbit molt actiu de l'enginyeria informàtica que ha proporcionat una nombrosa bibliografia –cada any es celebra una conferència i el MIT publica una revista bimensual amb Nathaniel Durlach i Mel Slater com a editors en cap– dedicada tant a la recerca i implementació de noves interfícies com a la seva mesura o avaluació. “Presència” és una forma abreujada de “telepresència” i designa un estat psicològic o una percepció subjectiva en què, malgrat que una part de l'experiència està filtrada i/o generada per un enginy tecnològic, la persona no s'adona de la presència d'aquest intermediari i interactua amb l'entorn artificial tan espontàniament com ho faria amb el natural (A.A.D.D., 2003b). Tot i que les característiques de la interfície són un factor condicionant de primer ordre, la presència no és una propietat de la tecnologia, sinó dels individus i, per tant, varia gradualment entre usuaris/àries i en una mateixa persona en funció de les circumstàncies (A.A.D.D., 2003b). Com que inclou o pot ser mesurat segons variables distintes, com ara la sensació d'espai físic, la percepció sensorial, la interacció social o la implicació psicològica, alguns autors consideren que es podrien distingir diferents dimensions o, fins i tot, diferents tipus de presència. Independentment del nivell en què es situï la distinció, aquesta categorització té com a objectiu ajudar a analitzar les relacions de causa - efecte del fenomen (A.A.D.D., 2003b). Un altre element de discussió és fins a quin punt les interfícies no immersives i/o no interactives poden generar presència i, en cas afirmatiu, fins a quin punt és comparable amb la que es produeix en les altres (A.A.D.D., 2003b). Aquest debat és interessant des del nostre punt de vista perquè, degut a la novetat, les concepcions subjacents i els preus de la tecnologia, la majoria d'aplicacions culturals presenten les primeres característiques²²⁸.

L'avaluació de la “presència” realitzada dins el propi àmbit de recerca ha donat lloc a una línia ben delimitada, que s'ha dedicat principalment a mesurar els nivells de fidelitat a través de metodologies quantitatives (Roussou, 2005b). Es tracta d'un àmbit tan ric i complex i, en certa manera, tan clarament diferenciat que, per raons d'abast temporal i de contingut he preferit no integrar-lo en aquest treball. En canvi, sí que he inclòs els estudis externs a l'enginyeria, aquells duts a terme des de l'aprenentatge o el patrimoni cultural, que han adoptat i transformat en major o menor mesura el concepte original. Un primer exemple seria el dels experiments conduïts per Niccoletta di Blas *et al.*, que ja hem vist anteriorment, en què s'analitzava la utilitat de la RV per a l'aprenentatge

²²⁸ Per exemple, com ja he esmentat en parlar de la interacció social, l'equip del Politecnico di Milano arribava a la conclusió que, a l'hora d'aconseguir un nivell important de presència, el grau de realisme de les reconstruccions no era tan important com la capacitat de garantir una comunicació fluida durant la realització conjunta de les tasques i, per aquest motiu, proposaven el concepte de “presència cultural” (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 377).

col·laboratiu i, per tant, des d'un enfocament de tipus social. En aquest cas, el concepte de presència no era tant un punt de partida sinó una conclusió del seu estudi, un concepte –el de “presència virtual”– per explicar els comportaments en relació amb la tecnologia observats durant les sessions de recollida de dades. Segons el seu punt de vista, aquesta capacitat d'implicar-se totalment en l'entorn virtual millora l'aprenentatge perquè augmenta la motivació (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b).

Aquesta mateixa idea la comparteix William Winn (Winn, 2002: 8) a la qual afegeix el convenciment –derivat dels seus propis estudis experimentals sobre RV i aprenentatge– que un altre avantatge de la tecnologia –estretament relacionat amb la noció de presència– és que permet actuar de manera directa i natural amb l'entorn (Winn, 2002: 9), tal com sostenen que és més adequat algunes tendències constructivistes específiques. Els estudis realitzats (Winn, Hoffman *et al.*, 1999) per William Winn i el seu equip han demostrat que hi ha un seguit de factors que influeixen negativament en la sensació de presència: l'habilitat espacial –únicament en les noies–, el descomfort físic, la poca ergonomia de la interfície i l'edat (Winn, 2002: 9, 17). Segons es desprèn dels diversos articles que analitzen la presència des d'un punt de vista més tecnològic, aquesta implica la naturalitat de la interacció i això inclou la immersivitat i l'ergonomia de la interfície, un altre dels factors que influeixen en l'efectivitat de l'aprenentatge. El problema és que l'estat de la tecnologia no permet construir interfícies completament transparents i això, com hem vist anteriorment en referir-nos al context de l'exposició, genera problemes per aprendre els continguts. Precisament, William Winn va comprovar que l'aprenentatge millorava substancialment en el cas dels *HMD*, en comparació amb el *Desktop* (Winn, 2002: 16), i també a mesura que es naturalitzava la interacció amb la màquina perquè aquesta era capaç de captar i interpretar els moviments naturals de les usuàries i usuaris (Winn, 2002: 10-11). En canvi, com hem vist anteriorment, Niccoletta d Blas *et al.* manifestaven el seu desacord amb aquesta conclusió perquè en els seus experiments havien observat que els i les estudiants es mostraven entusiasmats i aprenien sense problemes treballant amb els tradicionals PC (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b). En realitat, no crec que hi hagi contradicció entre aquestes conclusions, sinó que el que passa és que la presència és un concepte molt complex i cada estudi està avaluant un factor diferent: en el cas de Winn, la immersivitat; en el cas de l'equip italià, la interactivitat social. No és en debades que aquests han rebatejat el concepte com a “presència virtual”, un entorn virtual en què s'emfasitza la dimensió social de l'aprenentatge actiu (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b: 377).

El concepte de presència, tal com l'han fet servir aquests estudis aliens a l'àmbit pròpiament dit de la presència, és molt més operatiu que el d'immersivitat a l'hora d'explicar els avantatges de la RV a un nivell general o superficial però, des del punt de vista de l'avaluació de l'efectivitat cognitiva de la RV, presenta l'inconvenient que altra vegada està barrejant conceptes o factors i això dificulta la comprensió detallada dels efectes de la RV sobre l'aprenentatge. Tot i que Frabrizia Mantovani considera que la sensació de presència es fonamenta únicament en dos factors, la immersió i la interacció (Mantovani, 2001: 209-210), els diversos estudis duts a terme dins l'àmbit “oficial” de la presència demostren que les variables implicades són més nombroses i, fins i tot, en alguns casos, encara estan poc acotades, amb la qual cosa convé realitzar experiments per discriminar-les amb més precisió. Els articles publicats en els catorze volums de la revista “*Presence*” i en els vuit volums de les actes del congrés internacional, contenen

amb tota seguretat moltes de les respostes que busquem, però la complexitat i relativa independència d'aquest àmbit de recerca fa que s'escapi de l'abast del present treball.

II.5.3.3.6.5. Quina informació ens aporten els videojocs

II.5.3.3.6.5.1. Introducció

Els videojocs són actualment un dels recursos més importants dins el sector de l'oci i la seva indústria és capdavantera en la recerca dels gràfics interactius. Tant és així, que fins i tot estan influïent en les aplicacions arqueològiques a través del que s'ha anomenat “*Low Cost VR*” (Anderson, 2004; Meister i Boss, 2004) o la nova versió poblada proposada per Erik Champion (Champion, 2002; 2003; 2005a). Els videojocs també interessen a la Psicologia cognitiva perquè d'alguna manera estan transformant els jocs dels infants i, conseqüentment, el seu procés d'aprenentatge i maduració. Les experiències amb els videojocs han aportat algunes conclusions científiques (Giró, 2003) que poden ser aplicades a la RV com a eina d'aprenentatge al museu perquè, deixant de banda que actualment són la principal via de contacte entre el gran públic i la RV (Calvert, 2002: 5), tenen tres elements en comú, relacionats, respectivament, amb la Psicologia cognitiva, la interfície i l'aprenentatge.

En relació amb la Psicologia cognitiva, tenim la concepció de l'aprenentatge com a simulació. Ken Pimentel i Kevin Teixeira consideren que la RV és continuadora de l'aprenentatge natural humà, que actua a través de la simulació –en els jocs infantils– i l'experiència –en la vida quotidiana adulta (Pimentel i Teixeira, 1995: 228). El joc és una activitat lúdica que involucra, primerament, una dimensió d'activitat corporal i, en segon lloc, una altra d'activitat psicològica, en la qual s'actualitzen els potencials personals de creativitat i representació de l'infant (Cadaugade, 1995: 58). En relació amb la interfície, tenim la interactivitat: la RV i els videojocs actuals es caracteritzen per un equilibri entre el realisme gràfic i la capacitat de respondre en temps real a les accions de l'usuari. Tanmateix, en aquest cas, acostuma a tractar-se de simulacions de situacions fantàstiques amb un alt contingut d'acció perquè, seguint la teoria de la “*perceptual salience*” de Berlyne –esmentada al capítol sobre percepció–, l'atenció als nous estímuls és una resposta adaptativa de tots els éssers vius destinada a assegurar un processament i resposta adequats a aquell fenomen i, d'aquesta manera, garantir la supervivència (Calvert, 2002: 5, 11). És per aquest motiu que les pel·lícules inclouen acció, efectes de so i girs argumentals: estan destinats a mantenir l'atenció de les espectadores i els espectadors. Finalment, hi ha el darrer factor. En relació amb l'aprenentatge, tenim les característiques del museu com a entorn informal, caracteritzat per la immersió escenogràfica i el concepte de l' “*edutainment*”, que permet aprofitar fins un cert punt el potencial lúdic – educatiu de les simulacions interactives.

Havent repassat quina base psicològica, tecnològica i educativa comparteixen la RV, vegem a continuació quines són les informacions que ens aporten els videojocs. Concretament, tenen a veure amb dos aspectes: a nivell epistemològic, la concepció subjacent de les disciplines històriques; a nivell psicològic, el desenvolupament cognitiu i sensorial de les persones.

II.5.3.3.6.5.2. Sobre la concepció de la disciplina

Des de la perspectiva educativa, un joc de simulació es pot considerar un model simplificat d'una realitat complexa, que ens ajuda a comprendre-la a través de l'observació i la participació. José María Cuenca (Cuenca, 2001: 69) opina que això comporta diversos avantatges per a l'aprenentatge, com ara la millora de la capacitat de prendre decisions i resoldre problemes i també, en el cas de les Ciències Socials, contribueix a la comprensió de conceptes de gran abstracció i de descripcions o explicacions sobre el funcionament de sistemes complexos. Els videojocs històrics treballen diferents tipus de continguts (Cuenca, 2001: 79-80): pel que fa als conceptes, tracta la cronologia, la diversitat, la causalitat, el canvi històric, les característiques que defineixen una societat; pel que fa als procediments, la manipulació del temps històric i de l'espacialitat, la solució de problemes, la classificació; pel que fa a les actituds, l'apropament i la valoració del passat, el respecte al medi i la consciència de les diferències socials. Per tot això, l'autor afirma (Cuenca, 2001: 70) que és una llàstima que no es facin servir més a l'aula, sobretot si tenim en compte el contrast entre la fascinació pels videojocs històrics i el rebuig que normalment mostren els/les alumnes cap a les assignatures de Ciències Socials. És molt possible que aquest canvi d'actitud sigui degut a l'augment de la motivació provocat pel dinamisme, la immersivitat, la major concreció, la finalitat lúdica, etc. de les simulacions virtuals en comparació amb els sistemes d'ensenyament i els continguts propis de l'educació formal.

Cuenca estableix una tipologia de videojocs relacionats amb les Ciències Socials i distingeix, en funció de la disciplina de coneixement a què fan referència els continguts, entre jocs artístics –misteris al llarg de la història del *Louvre*, per exemple–, jocs econòmics –comprendre el funcionament del sistema econòmic d'una empresa o comunitat–, jocs geogràfics –desenvolupar habilitats bàsiques, com ara l'orientació, la localització i la percepció de la diversitat cultural– i, finalment, jocs històrics (Cuenca, 2001: 72-74), que són els que analitza amb major profunditat. El primer que sorprèn és que, com també passa en el *VH*, els videojocs escullen monuments espectaculars i fàcils de reconstruir, pertanyents a “civilitzacions” mitificades –Egipte, Roma, Grècia, Asteques i Maies–, i els adopten com a escenari d'anècdotes més o menys verídiques que serveixen de marc per desenvolupar històries de descoberta. Cuenca també distingeix entre quatre tipus de videojoc, segons el paper que hi juguen els continguts històrics: el primer proposa un recorregut per un moment històric concret i explica les característiques d'aquella cultura; el segon fa servir aquest moment com a escenari per resoldre un problema; el tercer agafa el component històric i el redueix a la simple ambientació temporal, és una excusa per donar un vernís de veracitat però, en el fons, hi ha molts errors i es proposa una concepció totalment mítica –apareixen éssers fantàstics– de les civilitzacions passades (Cuenca, 2001: 75). El quart i darrer tipus mereix una mica més d'atenció perquè integra diferents disciplines per obtenir una concepció més global, més complexa, de les societats del passat i és per aquest motiu que poden tenir major valor educatiu. Aquests jocs transversals o socialment complexos, com els anomena Cuenca, mostren el funcionament d'una comunitat i cal tenir en compte variables diverses (Cuenca, 2001: 76-78), com ara la topografia, els recursos, els intercanvis comercials, els conflictes bèl·lics, la religió, diversos tipus d'aspectes socials i culturals... és a dir, que s'apropen més a la realitat històrica però, malauradament, també transmeten moltes concepcions implícites encara arrelades a l'imperialisme decimonònic, com ara l'evolució lineal i ascendent de les societats que, a

través de la lluita pel control dels recursos, porta des de la comunitat rural a l'imperi urbà.

Les observacions informals sobre els videojocs històrics han evidenciat dos grans avantatges. En primer lloc, la seva capacitat de motivació i de concretar conceptes abstractes a través de l'acció i l'observació (Cuenca, 2001: 78), elements que ja havien estat remarcats per John Hedberg i Shirley Alexander fa deu anys (Hedberg i Alexander, 1994: 217). Però, per altra banda, presenten uns inconvenients que minven el seu valor educatiu: individualisme, regles rígides de funcionament de les societats, reproduïen valors negatius de la societat –sexisme, competitivitat–, manca de rigor històric (Cuenca, 2001: 71, 80). En qualsevol cas, aquests jocs, tan semblants al VH, demostren que la interactivitat és l'element didàctic clau i que és possible obtenir-la amb un nivell de realisme acceptable i sense gaire despesa econòmica. En aquest sentit, els videojocs han demostrat que habitualment no hi ha correlació entre la motivació i el nivell de realisme gràfic –tot i que els/les alumnes de l'estudi de Bricken i Byrne se'n queixaven–, sinó que el factor clau per augmentar la motivació intrínseca és la immersivitat (Hedberg i Alexander, 1994: 217). Per tant, això significa, com ja he repetit anteriorment, que si en Arqueologia no es fa servir més no és per les limitacions tecnològiques; és per un altre motiu, molt probablement, la concepció de la disciplina.

II.5.3.3.6.5.3. Sobre el desenvolupament cognitiu i sensorial de les persones

El joc és una activitat altament simbòlica que serveix perquè els nens i les nenes es desenvolupin individualment i socialment: és com un laboratori en què a través de l'adopció de rols diferents experimenten amb el món i amb les reaccions dels altres per ajustar progressivament la seva conducta (Calvert, 2002: 15). El joc aconsegueix funcions diferents al llarg dels primers anys de vida (Giró, 2003: 57-58):

- Fins els sis anys, consisteix en manipular l'entorn immediat, és la via principal d'adquisició de coneixements sobre el món i contribueix a modelar la personalitat de l'infant.
- A partir dels sis anys el joc esdevé un element de socialització, d'interiorització de normes i de consolidació de la personalitat i la identificació d'un/a mateix/a com a membre d'una comunitat concreta.
- Finalment, serveix per crear les pròpies representacions i explicacions del món, per estimular el pensament lògic, la solució de problemes, la capacitat simbòlica, incentivar la creativitat i la construcció del seu entorn social a través de la capacitat d'integració i de lideratge.

Per realitzar tot aquest procés, l'ésser humà se serveix també dels objectes materials que té al seu voltant i aquesta ha estat la causa que, sobretot a partir de la segona meitat del s. XX, es desenvolupés una important indústria de joguines, que ha anat evolucionant a mesura que ho feia la societat. La diferència entre els jocs tradicionals i les simulacions informàtiques és que, mentre que en els primers el suport material recolza directament la dimensió pròpiament psicològica del joc, en les segones hi ha una interfície que fa de frontissa entre el món mental i una realitat que ja no és física sinó virtual (Cadaugade, 1995: 58). El fet que les imatges realistes substitueixin la

imaginació, juntament amb els valors que transmeten alguns videojocs, han fet que molta gent es preguntés si realment aporten alguna cosa positiva a la formació de les persones.

Des del punt de vista general, s'ha comprovat que els jocs electrònics estimulen l'aprenentatge, comporten una nova forma de manualitat i activen formes de fantasia diferents a les dels jocs clàssics (Giró, 2003: 58). Més concretament, els estudis psicopedagògics demostren que els infants estan desenvolupant habilitats molt diferents a les que tenien abans. Com que estan més acostumats/des a manipular informació visual, la seva imaginació espacial i la seva destresa visual són més grans (Giró, 2003: 58). La seva capacitat de concentració també ha crescut, gràcies al fet que la tecnologia està pensada per realitzar diverses tasques alhora. Però, en contrapartida, això també fa que passin d'una a l'altra sense aprofundir-hi (Giró, 2003: 58). A més, s'estan estimulants les habilitats visuals en un moment en què es formen les habilitats lingüístiques i, conseqüentment, després podrien tenir problemes a l'hora d'expressar-se verbalment (Giró, 2003: 58). En relació amb aquests resultats, els estudiants de Psicologia van manifestar a Erik Champion la seva impressió que els videojocs augmentaven la seva memòria espacial perquè s'havien adonat que després d'un temps de jugar-hi sovint, tenien més capacitat d'anticipar què apareixeria quan es movien d'un punt de l'espai al següent i que aquesta habilitat es podia transferir d'un joc a un altre completament diferent (Champion, 2005b: 5).

L'altre aspecte que ens interessa, més enllà dels aspectes visuals, és la simulació. Els videojocs estimulen l'habilitat d'anticipar, prendre decisions ràpidament i executar accions (Giró, 2003: 58). En aquest sentit, els videojocs són ideals per desenvolupar el pensament lògic i la capacitat de solució de problemes, sobretot tenint en compte que veuen la resposta en temps real. Però aquesta recompensa immediata també pot crear falses expectatives i frustracions davant el funcionament de la vida real (Giró, 2003: 58). En relació amb les habilitats sensorimotors, els videojocs augmenten els reflexos i contribueixen a desenvolupar la coordinació ulls - mans i la motricitat fina (Giró, 2003: 58), però la pantalla cansa la vista i el moviment corporal es concentra en una part molt concreta mentre la resta del cos queda marginada.

Pel que fa a la imaginació, no és que hagi desaparegut completament, sinó que ara es presenta sota una altra forma, més relacionada amb esdeveniments que no pas amb objectes. Això confereix a la persona més capacitat de control en situacions concretes i augmenta la seva autoestima (Giró, 2003: 58). Per altra banda, es poden traslladar les situacions a qualsevol lloc perquè ja no hi ha restriccions de temps o espai (Giró, 2003: 58), amb la qual cosa, es pot seguir desenvolupant la imaginació i, a més, els prepara per comprendre qualsevol comportament o context. Però, en contrapartida, també poden provocar efectes negatius. En primer lloc, poden servir de refugi per a les persones tímides i augmentar la seva introversió, (Calvert, 2002: 6) tot i que els jocs en línia estan pensats per crear estratègies cognitives de cooperació i, per tant, poden contribuir a desenvolupar conductes prosocials. Per altra banda, són tan immersius i realistes que poden acabar fent que els nens i nenes n'esdevinguin addictes i/o acabin confonent la realitat i la ficció perquè, en aquesta edat, la distinció encara no és evident, i menys amb simulacions tan realistes des del punt de vista visual i comportamental (Calvert, 2002: 22; Durlach i Mavor, 1995: 109; Giró, 2003: 58).

Un altre efecte advers que darrerament s'ha comentat tot sovint és que els jocs violents s'han associat amb l'augment de l'agressivitat de la conducta en els jugadors/ores més joves (Durlach i Mavor, 1995: 109; Giró, 2003: 58). Els estudis relacionats amb aquesta qüestió posseeixen una tradició de quaranta anys i s'han centrat especialment en el cas de la televisió; però la qüestió s'ha tornat a posar de moda perquè, en aquest darrer cas, no es tracta simplement d'observar sinó de participar i la teoria de l'estimulació afirma que la repetició de conductes és la millor manera d'adquirir un comportament (Calvert, 2002: 12). Depenent de les contingències de la situació, es poden produir tres resultats (Calvert, 2002: 12-13):

- Que els controls interns per prevenir els comportaments agressius quedin afeblits i llavors es produeixi una imitació o desinhibició, tal com preveu la teoria cognitiva social.
- Que la persona s'habitui a aquell nivell de violència, una situació que la teoria de l'estimulació anomena "dessensibilització".
- Que la persona aprofiti aquest canal com a via d'escapada dels seus impulsos destructius interns. És el que la teoria psicoanalítica anomena catarsi.

Els estudis empírics realitzats per Sandra Calvert, de la universitat de Georgetown, han mostrat poques evidències a favor d'aquesta darrera opció, però en canvi van confirmar completament la segona i, parcialment, la primera. L'autora va mesurar els nivells d'agressivitat dels i les estudiants d'institut en tres condicions [(Calvert i Tan, 1994), citats a (Calvert, 2002: 13)]: la participació en un joc interactiu i immersiu, l'observació d'altres estudiants que hi jugaven i una experiència simulada en què s'havien de moure com si estiguessin en un videojoc però no hi havia cap imatge agressiva (grup de control). Els resultats van evidenciar que les persones que jugaven presentaven nivells més alts d'excitació, com seria d'esperar segons la teoria de l'estimulació (Calvert, 2002: 13). Pel que fa a la teoria cognitiva social, els/les jugadors/res tenien més pensaments negatius que no pas les altres però en canvi, els/les observadors/res haurien d'haver tingut més pensaments agressius que el grup de control i no va ser així (Calvert, 2002: 13). Finalment, no es va poder demostrar que el videojoc produís situacions de catarsi perquè el nivell d'agressivitat no disminuïa com a conseqüència de l'experiència i això confirma els resultats obtinguts en estudis similars realitzats pel cas de la televisió [(Calvert, 1999), citada a (Calvert, 2002: 13)].

L'observació d'imatges –com a la televisió o al cinema– redueix la sensibilitat envers els continguts, però la participació en elles produeix desinhibició, imitació o facilitació. Això, juntament amb la comparació entre els tres grups des del punt de vista de la teoria cognitiva serveix per demostrar que l'impacte cognitiu de la RV a tots els nivells es basa en la interactivitat, entesa com a capacitat de comunicació en temps real amb una simulació ergonòmica i sensorialment realista. Aquesta possibilitat augmenta els nivells de motivació, excitació, suspensió d'incredulitat, concentració, etc., és a dir, tots aquells factors que, equilibrats, condueixen a un bon aprenentatge.

II.5.3.3.6. Valoració crítica dels estudis específics sobre TIC i aprenentatge

En els tres apartats anteriors he intentat recollir el màxim nombre d'evidències empíriques relacionades amb els diferents aspectes teòrics exposats a l'apartat d'aprenentatge. Malauradament, els resultats tan diversos no han pogut portar-nos a conclusions definitives sobre l'ús de la RV en l'àmbit educatiu. Crec que les contradiccions entre els diferents estudis són degudes a diverses causes principals, que poden coexistir o no en un mateix estudi. En primer lloc, la fiabilitat estadística de l'estudi, com és el cas de nombrosos estudis –per exemple, (Chou i Liu, 2005; Gilliver, Randall *et al.*, 1998; Knipp, 2003)– que no han equilibrat els grups pel que fa als individus o les condicions de realització de l'experiment, o bé que són més descriptius que explicatius i recolzen els resultats amb suposicions i evidències *ad hoc*. En segon lloc, el tipus de TIC o de RV analitzada. La majoria dels estudis, però no tots, entenen la RV com a tecnologia immersiva i/o interactiva: alguns/es hi afegeixen un vessant multimèdia (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b); altres agafen la RV dels simuladors de vol (Bailey, 1994; Ferrington i Lodge, 1992; Hedberg i Alexander, 1994; Pantelidis, 1993) perquè es van publicar en els primers moments de desenvolupament d'aquestes aplicacions. I també cal tenir en compte l'evolució tècnica: no presentava les mateixes possibilitats la RV dels primers estudis, realitzats a principis dels anys 90, que la que s'analitza en els més recents; tot i que la contradicció entre les conclusions de Bricken i Byrne (Bricken i Byrne, 1993) i les de Traub (Traub, 1994) és representativa de causes més profundes, de tipus conceptual i no pas evolutiu.

L'estudi d'Antonietti i Cantoia és molt revelador de fins a quin punt la concepció de la RV pot afectar les conclusions finals i això pot servir per explicar les diferències entre les diferents publicacions: una cosa són les imatges estàtiques hiperrealistes, que només poden conduir a conclusions perceptives, i l'altra les simulacions interactives, que permeten obtenir conclusions amb un abast més cognitiu. En altres paraules, si Tammy Knipp afirma que la RV és desfavorable pel desenvolupament cognitiu és perquè no ha analitzat pròpiament un dispositiu de RV sinó que es basa en els resultats obtinguts a partir dels mitjans audiovisuals; en canvi, els altres autors obtenen resultats positius en aquest sentit perquè adopten un enfocament constructivista, que considera la RV com una concreció específica de la noció de context d'aprenentatge, caracteritzada per la possibilitat de visualitzar i manipular representacions multimèdia del coneixement humà. A més, com també afirmen David Wood o Hedberg i Alexander, la interfície no està situada en el buit sinó que la seva efectivitat depèn del marc educatiu en què s'insereix (Hedberg i Alexander, 1994: 214; Wood, 1999: 87) i també depèn de les característiques individuals, atès que s'ha demostrat més enllà de qualsevol dubte que, si més no, la personalitat influeix en els resultats de l'experiència, encara que sigui com a conseqüència de l'actitud envers el sistema d'ensenyament.

Per altra banda, el tipus d'experiment pot portar a uns resultats o uns altres, en funció de quina sigui la distribució entre variables dependents i independents i el sistema triat per mesurar-les. Això explicaria les contradiccions observades entre els resultats dels estudis –especialment en relació amb els avantatges de la simulació– i ens adverteix de la necessitat de construir mètodes avaluatius estandarditzats per minimitzar les interferències. Tornant a la tria de les variables, aquesta és una qüestió que depèn en bona mesura de la concepció educativa i tecnològica: un enfocament constructivista – per exemple, (Harper, Hedberg *et al.*, 2000b)– tindrà en compte variables ambientals, actitudinals i procedimentals; mentre que un enfocament més tradicional –per exemple,

(Traub, 1994)– privilegiarà una avaluació factual i memorística i, per tant, oblidarà moltes de les aportacions que pot realitzar la RV –especialment pel que fa a la seva principal característica, la interactivitat–, amb la qual cosa pot arribar a conclusions molt decebedores sobre el potencial de la tecnologia. Precisament, en l’entorn formal és on s’han dut a terme més avaluacions sobre les TIC, però s’han centrat principalment en la interacció social, els nivells de rendiment i el desenvolupament del currículum, i han marginat la recerca sobre les capacitats de la tecnologia per estimular altres habilitats cognitives, com ara la imaginació (Wheeler, Waite *et al.*, 2002: 367), que és un dels principals cavalls de batalla de la hipòtesi de Tammy Knipp. A més de tenir en compte aquestes contradiccions, també cal ser prudent a l’hora d’extrapolar o generalitzar les conclusions extrems dels diferents estudis perquè, com també afirma Joi Podgorny en el seu estat de la qüestió sobre les avaluacions d’ICT als museus (Podgorny, 2004: 6), la majoria d’ells no han estat dissenyats per ser generalitzables –no tenen un enfocament experimental o tenen una mostra massa petita– i, per tant, només expliquen els fenòmens observats en cada cas d’estudi.

En general es pot afirmar que els estudis conduïts a l’aula han demostrat que les TIC milloren l’aprenentatge, fins i tot quan aquest guany es mesura amb els sistemes d’avaluació tradicional (Gilliver, Randall *et al.*, 1998). Això significa que són beneficioses tant per les persones que habitualment obtenen bons resultats com per les que no (Erstad, 2002: 436) i nombrosos autors ho han atribuït principalment a al control del propi aprenentatge, que permet triar personalment les estratègies cognitives a seguir i això contribueix a augmentar la motivació i reforçar l’autoestima. De totes maneres, cal tenir en compte que aquesta valoració a partir dels resultats absoluts és massa superficial i no explica com contribueixen exactament les TIC a l’aprenentatge. També hem de tenir en compte que fins ara hem parlat d’ordinadors en general. La RV posseeix unes característiques específiques, principalment la visualització i la interactivitat, que fan obsoletes algunes qüestions anteriors, però que són consistents amb d’altres expressades al paràgraf previ i que aprofundiré en les properes conclusions: la RV contribueix a desenvolupar algunes habilitats cognitives superiors però no és una eina adequada per les més bàsiques perquè no pot substituir la interacció multisensorial amb el món real. Tot i amb això, les he tingudes en compte perquè m’interessava recalcar que no s’han de considerar els beneficis o inconvenients de les TIC o la RV des d’un punt de vista quantitatiu, absolut, perquè, en la majoria dels casos, les diferències són qualitatives i encara manquen estudis que proporcionin explicacions estadístiques fiables sobre els veritables factors que marquen la diferència entre l’ensenyament tradicional i els entorns virtuals d’aprenentatge.

Ja fa temps que s’està produint una transformació dels processos d’aprenentatge i, si bé és cert que ha disminuït la imaginació, s’activen altres habilitats, com ara la coordinació mà - ull, l’anàlisi visual, la planificació, la metacognició, etc. També és cert que diversos estudis confirmen que cap simulació no pot substituir l’aprehensió corporal de la realitat. Però aquest no és un problema inherent a les TIC sinó provocat per un mal ús derivat d’una concepció errònia de la RV o d’unes expectatives excessivament entusiastes. Com ja he esmentat en diverses ocasions anteriors, s’han de conèixer profundament les característiques i possibilitats de la RV i llavors fer-la servir per allò en què és realment útil. Altrament, es poden produir casos com el de l’avaluació realitzada per un equip de l’*Edith Cowan University* a Austràlia, els resultats de la qual els van portar a concloure que, quan els objectius de l’aplicació no estan clarament establerts abans del seu disseny i ús educatiu, no hi ha guany cognitiu ni tant sols

percepció d'utilitat per part de l'alumnat, quan normalment se senten molt atrets/es per la tecnologia i, en canvi, en aquest cas preferien el sistema tradicional (Oliver i Omari, 2001). Així doncs, tenint en compte les contradiccions detectades en comparar els diversos estudis recollits, el cost econòmic i personal que pot representar la integració d'una aplicació tecnològica adequada, i l'única evidència general fiable obtinguda en aquest "estat de la qüestió" dels estudis avaluatius –segons la qual l'aportació de la RV no és quantitativa i general sinó qualitativa i específica–, la principal conclusió a què es pot arribar és que cal comptar amb més evidències empíriques, obtingudes a partir d'estudis específicament dissenyats tant de tipus experimental –al laboratori– com, sobretot, de tipus contextual –al museu– perquè, tal com va demostrar a les investigadores l'avaluació del "Virtual Showcase" al Museo de San Telmo (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005: 126), és en aquest cas que es poden analitzar les condicions d'ús reals. Només així, a través de l'acumulació estadística d'estudis, es podran superar les aparents contradiccions actuals i obtenir una comprensió global i detallada de les capacitats de la RV com a eina comunicativa a l'exposició, és a dir, per començar a construir un marc teòric sòlid per a l'ús educatiu de la RV.

II.5.3.3.6.7. Conclusions

Les TIC estan començant a transformar la concepció del procés d'ensenyament -aprenentatge a molts nivells perquè, poc a poc, s'integren en tots els entorns d'aprenentatge. Els diferents estudis realitzats demostren de manera convincent que es pot aprendre a través dels entorns virtuals d'aprenentatge, el problema és que la seva introducció és molt recent i encara no s'ha explorat el seu potencial real, és a dir, que no se sap ben bé de quina manera específica hi contribueixen. L'entorn informal, ha adoptat el vessant més lúdic, en els jocs o els museus i, en aquest darrer cas, sovint respon més a una qüestió de moda o de marketing que no pas de veritable comprensió de la seva utilitat. "Si la tecnologia és la solució, quin era el problema inicial?", deia John Sutherland, de la Universitat d'Abertay Dundee, al VSMM05. En molts casos, la realitat és que no n'hi havia, que s'estan intentant trobar usos i justificacions a posteriori i per això sorgeixen els problemes d'adequació i les constadiccions entre els estudis avaluatius. En altres casos, la introducció de les TIC com a eina educativa ha estat la resposta al gran augment de la demanda, que feia necessari adoptar mitjans de comunicació de masses (Shaw i Marlow, 1999: 224). L'ensenyament no formal és qui més ha apostat per aquest mètode d'ensenyament, basant-se concretament en la flexibilitat i capacitat personalització de les TIC com a eina de comunicació. En canvi, en el sector formal, les TIC es consideren una evolució natural a partir dels ordinadors, i això ha fet que no sigui difícil la seva introducció però també, juntament amb el pes de la tradició verbal unidireccional, que no s'acabi d'aprofitar el seu potencial ja que, en molts casos, simplement s'han transferit els usos habituals des del paper a la pantalla, tot desaprofitant les possibilitats de la interactivitat i la multimedialitat²²⁹ (Barberà i Monereo, 2002: 308-309). Però també és el sector on més s'ha analitzat el seu impacte i amb més deteniment, per avaluar quina n'és la contribució particular, determinada per les seves característiques específiques.

²²⁹ En un altre àmbit, el cas més paradigmàtic seria el *VH*, que ha substituït les antigues il·lustracions manuals per reconstruccions virtuals igualment estàtiques.

En principi, la RV actua a nivell cognitiu, psicològic i emocional. En tots els casos augmenta la motivació; en alguns, també la retenció, la rapidesa d'aprenentatge, l'autoestima, la concentració –que es manifesta de maneres diferents segon la forma de ser introvertida o extravertida de la persona– i estimula la cooperació i la imaginació –només si és interactiva o, com a poc, dinàmica–, tot i que hi ha certs tipus de persones que no hi treballen tant a gust. L'experiència prèvia amb els ordinadors també influeix molt en els resultats, però l'edat i el sexe no tenen cap influència, malgrat que de vegades la forma d'aproximació a la tasca pot ser diferent en un i altre cas. Les anàlisis també han mostrat que l'ús excessiu dels videojocs i d'Internet poden provocar un augment de la introversió i l'agressivitat, crisis de personalitat, angoixa i soledat. Però aquestes respostes es manifesten en individus especialment sensibles o que fan un mal ús d'aquests recursos ja que, per altra banda, també s'ha comprovat que el Ciberespai pot ser útil per les persones que passen molt de temps lluny de casa seva o com a teràpia psiquiàtrica. És a dir que, de la mateixa manera que pot comportar conductes negatives, també pot influir per modelar positivament la personalitat: el problema no és inherent a la tecnologia sinó que té a veure amb l'ús o el contingut.

Dels estudis empírics es desprèn que la RV pot acomplir tres funcions principals: perceptiva, cognitiva i metacognitiva (Pujol, en premsa). El primer cas només es produeix en certes circumstàncies específiques: quan es tracta amb continguts que contenen moviment, gràfic i/o so, perquè ajuda a concentrar-se i a captar amb més precisió els estímuls. Tanmateix, no és apta per a l'aprenentatge sensorial - motor perquè la capacitat de simulació de les seves interfícies és molt limitada –especialment les que no són visuals i auditives– i no permet el contacte corporal global amb la realitat que exigeix el desenvolupament d'aquestes activitats. En el segon cas, ajuda a comprendre fenòmens físics més o menys perceptibles i conceptes abstractes a través de la seva simulació gràfica i la possibilitat de manipular-ne els paràmetres d'escala o temporals. Des del punt de vista arqueològic això significa tractar amb dades espàcio - temporals que, com que no poden ser reproduïdes i manipulades físicament a la realitat present, han de ser simulades virtualment. Com ja he afirmat a l'apartat sobre recerca arqueològica, crec que aquest és un primer pas per aconseguir que l'enfocament científic s'estengui a les fases interpretatives i no només que quedi restringit a un conjunt de tècniques aplicades –i, encara no sempre– al treball de camp i al laboratori. En el tercer cas, la RV evidencia, a través del seu paper com a representació interactiva, les concepcions implícites en el coneixement humà expressat en aquella reconstrucció o contingut en els models mentals de l'alumne/a. La RV crea un marc conceptual concret, visual i interactiu, que permet la relació amb uns continguts i amb les altres persones i, per tant, podem afirmar que on actua millor no és pas a nivell perceptiu, bàsic, sinó en el nivells cognitius superiors, és a dir, l'intel·lectual i sobretot, el metacognitiu.

Tanmateix, la majoria d'aquestes conclusions s'han obtingut en estudis realitzats a l'aula; quan es considera la RV des del punt de l'entorn informal, sorgeixen noves qüestions, més relacionades amb els aspectes museogràfics que no pas amb l'actitud del públic, ja que aquest prefereix la RV al llenguatge abstracte com a eina de comunicació. Això és degut al seu poder d'impacte escenogràfic i la seva capacitat d'immersió, però queda subjecte a la comprensió per part de la gent del llenguatge de codificació del domini de coneixement original. En relació amb els aspectes museogràfics, els principals inconvenients són, en primer lloc, que la interfície està pensada per un/a únic/ usuari/ària, que s'hi dedica exclusivament, mentre que el museu és una experiència col·lectiva amb una temporalitat limitada. En segon lloc, la seva capacitat d'atracció,

que minva el protagonisme dels objectes; en tercer lloc, l'èmfasi en l'aprehensió visual de la realitat, quan l'exposició es considera una visita multisensorial. I, finalment, el trencament del discurs expositiu perquè la RV inicia les seves pròpies seqüències explicatives.

No nego la validesa d'aquestes conclusions però considero que no arriben al fons de la qüestió perquè no estan avaluant únicament l'aprenentatge i el gaudi real de les persones sinó com afecta la RV les concepcions museogràfiques i epistemològiques tradicionals. Això queda demostrat de manera inapel·lable pel fet que s'afirma que la RV només és visual quan la major part de les exposicions arqueològiques basen la seva comunicació gairebé exclusivament en la contemplació d'objectes i el llenguatge verbal. En un museu actiu o, sobretot, constructivista és molt probable que aquests aspectes negatius ni es plantegessin perquè la RV constituiria un recurs museogràfic més, situat al mateix nivell que els objectes o, més aviat, en un de superior perquè serviria per establir vincles conceptuals entre els objectes que conformen els diversos missatges expositius possibles. Però, insisteixo, aquí també caldria comptar amb més estudis que demostrassin els avantatges i inconvenients de la RV com a recurs educatiu informal. L'important són els objectes o és l'experiència personal que cadascú s'enduu del museu?

Les diferents vies per reconciliar la tecnologia amb el Constructivisme social han proporcionat resultats desiguals i de vegades contradictoris. Una de les solucions que està agafant més importància és la RA, però els seus avantatges no són tan immediats com s'esperava perquè s'ha vist que, tot i ser molt motivadora, segueix aïllant respecte de les altres persones i de l'exposició mateixa. Per altra banda, pot costar de relacionar les informacions de la pantalla amb els elements expositius reals i això pot generar confusió en lloc de guany cognitiu. Aquest fet genera un repte –en el fons, associat a l'aprenentatge per descobriment en general– i és com guiar la construcció activa de coneixement sense interferir en el procés de descoberta (Hsi, 2003: 317). Crec que, en el cas del museu, la solució potser ha de passar per la integració total de la tecnologia en l'arquitectura o l'espai expositiu, a través de la RH o els “*tangible media*”, perquè el pes de la funció d'aquest tipus de context educatiu informal es troba en la interacció amb l'entorn. O bé una altra solució, propera a l'anterior, és la creació d'interfícies multiusuari, perquè s'ha demostrat que l'important no és la presència de la tecnologia sinó la igualtat en l'accessibilitat als materials. En tot cas, és fonamental tenir molt en compte els objectius de l'activitat, per tal de dissenyar dispositius pensats principalment per la interacció en l'entorn físic però que també permetin que els usuaris/àries puguin explorar diverses formes de col·laboració i d'accés a les informacions, d'acord amb la seva personalitat o interessos (Scott, Mandryk *et al.*, 2003: 226).

Crec que aquesta és la conclusió fonamental que s'hauria d'extreure a partir de tota aquesta informació teòrica i empírica sobre la utilitat de la RV per a l'aprenentatge és que, ara que ja posseïm suficients nocions bàsiques sobre com actua la tecnologia en aquest àmbit concret, comença a ser hora de modificar l'enfocament: fins aquest moment, s'han intentat conèixer les característiques i possibilitats de la RV per deduir en quins àmbits, tasques o processos es pot aplicar, amb la qual cosa, com he esmentat a l'inici d'aquestes conclusions, sorgien conflictes perquè les aplicacions no havien estat pensades específicament per aquell entorn o continguts i, per tant, s'hi adaptaven amb dificultats; el que convé ara és definir clarament els objectius educatius i llavors preocupar-se per dissenyar l'entorn virtual més adequat per aconseguir-los. Això no

significa que s'hagi d'aturar la recerca per conèixer amb exactitud la contribució de la RV a l'aprenentatge al museu, sinó, ben al contrari, que cal que aquesta recerca no sigui anterior i independent –tal com, en gran part ha passat en aquest treball de recerca per manca de bibliografia– o bé realitzada *a posteriori*, un cop s'ha introduït la tecnologia a l'exposició, sinó que estigui coordinada o guiada pels objectius prèviament establerts i, sobretot, que tingui en compte, en totes les fases del procés, els usuaris i les usuàries finals.

Des d'un punt de vista general, la RV és rellevant per tres aspectes del procés d'ensenyament - aprenentatge: l'experiencial, el cognitiu i el social. En el primer cas, la RV ofereix un espai en què les persones poden interactuar amb simulacions de la realitat i extreure'n experiències positives des del punt de vista sensorial i emocional. En el segon cas, la RV constitueix un entorn d'aprenentatge tal com el plantegen les teories constructivistes: un entorn concret, visual i interactiu, en el qual les persones entren en contacte amb múltiples formes de representar el coneixement i poden interactuar amb ell i reconstruir-lo veritablement, perquè la virtualitat permet una solució a mig camí entre el món físic i l'intel·lectual que supera l'estatisme del primer i la manca d'entitat o l'abstracció del segon. Això també facilita l'adquisició d'una perspectiva metacognitiva que no es produeix tan fàcilment en els entorns d'aprenentatge tradicionals. En el tercer cas, la RV proposa noves formes de relació social a llarga distància, basades en la interacció no presencial en entorns col·laboratius híbrids. En tots els casos, la barreja entre el món real i el món virtual, especialment a través de la RH, obre noves possibilitats d'aprehensió de la realitat i de desenvolupament de les persones que encara hem d'explorar.

I encara hi ha una altra possibilitat, que és l'ús dels dispositius tecnològics mitjançant un/a guia humà/ana. En aquest treball de recerca he contemplat únicament la possibilitat d'interacció directa exclusiva entre els i les visitants i la RV, però hi ha llocs, com l'*Hellenic Cosmos* de la *Foundation of the Hellenic World* a Atenes, en què les aplicacions estan pensades perquè hi hagi un/a guia o educador/a que guia la visita: explica els continguts, controla la visualització i el comportament del sistema a través dels dispositius d'*input* corresponents, però també permet que els/les visitants agafin la interfície i interactuïn directament amb la reconstrucció. La presència d'aquests/es guies humans/es té diverses justificacions. En primer lloc, per motius tècnics. Els sistemes de visualització centrats en l'usuari/ària posseeixen un sensor que capta la posició del seu cap per tal de projectar en cada moment l'escena que hi hauria en aquella direcció. Però això esdevé un problema quan es tracta d'un grup perquè cada persona es mou independentment i llavors la resta ho veuria incorrectament. La solució és introduir un altre agent humà –el/la guia– que s'està quiet en un lloc central i controla el sistema per proporcionar l'experiència més ajustada a tot el grup (Roussou, 1999: 36). Una altra raó és de tipus comunicatiu: els guies artificials no són prou complexos per respondre adequadament a les necessitats i demandes de la comunicació humana (Roussou, 2004c: 20).

Així doncs, en aquest tipus de disseny museogràfic hi ha dos intermediaris entre els/les visitants i els continguts, que són la màquina i la/el guia; però el sistema no és tan diferent de les visites normals i crec que no és una mala opció perquè, tot i que resta interactivitat directa, el/la guia humà/ana presenta l'avantatge que és “més interactiu/va” i “més personalitzable” que cap màquina i, conseqüentment, facilita la comunicació amb la interfície; ajuda a explicitar i reforçar el significat dels continguts –per tant,

actua positivament sobre l'aprenentatge–; evita l' "efecte televisió" provocat per la presentació d'imatges en una pantalla²³⁰; i, si a més es tracta de RVI –com és el cas de l'*Hellenic Cosmos*– afavoreix la dimensió social, que és un dels principals problemes de la introducció de les TIC a l'exposició. Així doncs, mentre que en l'ús de la RV plantejat en aquest treball les persones esdevenien "usuaris" o "usuàries", des d'aquest altre punt de vista les persones conserven el seu rol de visitants i, per tant, no es perd de vista la veritable naturalesa de l'activitat o del context. Vist d'aquesta manera, potser es tracta del sistema ideal –Maria Roussou així ho creu (Roussou, 2004c: 21)– perquè permet treure el màxim rendiment educatiu a un sistema que els estudis empírics han demostrat que no s'aprofita si s'empra dins el paradigma del l'aprenentatge per descobriment: aquest tipus de dispositiu combinaria els avantatges de la immersió i el realisme de la simulació amb la interacció complexa proporcionada per l'agent humà.

I és que l'exposició és un lloc en què la gent pot aproximar-se d'una manera més informal, més divertida i experiencial, a un àmbit de coneixement concret. Des d'aquesta perspectiva, la capacitat visual i interactiva de les simulacions virtuals pot servir perquè la gent aprengui no pas sobre el passat –ja ho van fer a l'escola– sinó sobre com l'Arqueologia –que en part paguen amb els seus impostos– construeix aquestes conclusions sobre el passat i com afecta això la seva vida quotidiana. La manera d'aconseguir-ho és que s'apropin a la tasca de l'especialista: poden tocar, analitzar, classificar material ceràmic, simular una excavació arqueològica o una prospecció, observar els/les investigadors/res al seu laboratori i parlar amb ells/elles, comparar diferents interpretacions sobre un jaciment o també "jugar" a resoldre problemes arqueològics de tipus experimental. Tenint en compte que l'adquisició de coneixements a través del llenguatge icònic va en detriment de les capacitats d'expressió verbal i els resultats d'autors/es citats/des anteriorment sobre l'aprenentatge multisensorial, la RV s'hauria de reservar per simular únicament aquells processos que impliquen exactament els mateixos objectes de coneixement i elements corporals que la pròpia tecnologia. En altres paraules, no s'hauria de fer servir per "excavar" o bé per "manipular" material ceràmic –en què és millor una aprehensió corporal real– sinó més aviat per aprendre a resoldre experimentalment problemàtiques de tipus arqueològic, és a dir, per realitzar funcions cognitives en què l'element visual i manipulatiu és un avantatge perquè ajuda a reduir el nivell d'abstracció. Aprofundim una mica més en aquesta reflexió.

El recorregut pels diferents estudis ha demostrat que l'aspecte clau de la RV com a eina d'aprenentatge és la interactivitat, que en alguns casos s'ha associat a la substitució de la realitat. Això seria vàlid per una RV totalment immersiva i realista, és a dir, que substituís perfectament la realitat, involucrant tots els sentits i sense que ens adonéssim de la presència de la interfície. Però això no és possible –ni desitjable– actualment. Per què hauríem de voler aprendre amb succedanis, amb realitats "envasades", podent mantenir un contacte directe amb el món? Per aquest motiu crec que la RV s'ha de situar a mig camí entre aquest aprenentatge multisensorial de la interacció amb la

²³⁰ Un estudi realitzat al *Victoria and Albert Museum* de Londres va evidenciar que la presència d'un vídeo al costat d'un objecte era molt útil a l'hora de mostrar per què servia, però podia acabar substituint l'original i, sobretot, limitava la interacció social perquè convertia el/la visitant en un/a simple espectador/a (Heath i vom Lehn, 2002: 9-11), tal com fem quan estem davant la televisió o en un cinema. En aquest sentit, el dispositiu produïa un efecte comunicatiu contrari al desitjat perquè trencava la connexió amb l'objecte i eliminava qualsevol possibilitat de construcció compartida de significat a través de la discussió i la comparació repetida entre les imatges i l'original.

realitat física i l'adquisició de continguts abstractes. La RV no és tan bona com l'experiència real de l'entorn però, en canvi, supera el text o les imatges estàtiques de cara a l'aprenentatge dels sabers humans perquè, gràcies a la seva interactivitat, els apropa a les experiències reals i les imatges dinàmiques concreten les idees abstractes. Per això la RV s'insereix plenament dins la tendència de les TIC a transformar els paradigmes d'aprenentatge, però amb un paper lleugerament diferent, que té més a veure amb la interacció amb els continguts que no pas la interpersonal, que és la que més s'ha estudiat fins ara.

La simulació no s'ha d'entendre com a immersió en el món real sinó com a construcció d'un entorn d'aprenentatge segons les idees constructivistes: no es tracta d'un contacte directe amb la realitat sinó secundari, és a dir, a través de l'esfera social, personal i cognitiva amb què ens envolten els sistemes culturals i educatius humans. En aquest sentit, les paraules de Maria Roussou, que també es pregunta per què fer servir un entorn virtual quan es pot aprendre directament a la realitat (Roussou, Johnson *et al.*, 1997: 919), són d'allò més adients:

“While there are no substitutes to planting a natural garden or interacting with other children in the playground or at school, a VR environment can provide rewarding learning experiences that are difficult to obtain otherwise. As an example, ecological systems are usually complex models with many variables and behaviors that young children have difficulty visualizing. Computers can be effective at reducing the complex models into simpler qualitative representations. VR adds the qualities of immersion, direct manipulation, and exploration of such models. While in a real garden children can learn how to plant, in the virtual garden they can learn how to think about plants, scale and position parts of an ecosystem, take on different roles, become small to observe the roots, talk and interact with children at distant locations, or factor time to directly observe the effects of their changes”.

El gran avantatge de la RV respecte de l'ensenyament tradicional o el simple contacte amb la realitat és que permet integrar una part del coneixement abstracte i una part de l'experiència real; per aquest motiu no s'ha de pretendre que accomplixi només una cosa o només l'altra –com suggerien, respectivament, Traub (Traub, 1994) i un enginyer que proposava a l'ICHIM 2003 l'ús dels nous dispositius immersius i tàctils per simular excavacions a l'exposició– sinó que actüi en activitats que les involucrin totes dues: és a dir, en la comprensió intel·lectual de processos (de construcció de coneixement) que es produeixen en el món real, com per exemple, la simulació de l'experimentació arqueològica –la RV pròpiament dita– o bé la guia a través d'un entorn real –en el cas de la RA. En conclusió, pels seus continguts es tracta d'una eina propera a l'entorn formal, però la seva interfície l'apropa a l'entorn informal; i, com també afirmen altres autors (Lee, Park *et al.*, 2005: 1), en cap cas no ha de pretendre substituir els mètodes tradicionals de l'un o l'altre, sinó ajudar a millorar-los.

I vull concloure aquest apartat sobre els estudis relacionats amb l'aprenentatge reprenent la referència a la concepció de Maurizio Forte sobre l'aprenentatge que feia a la introducció. Recordem que Forte aplicava directament la teoria ecosistèmica (Forte, en premsa):

“In autopoietic theory, cognition is a consequence of circularity and complexity in the form of any system whose behavior includes maintenance of that selfsame form.”

El procés circular d'adquisició d'una informació tal com la defineix Forte a partir del paradigma cibernètic s'anomena “*anakyklosi*” i és precisament la concepció subjacent a la Capella Scrovegni. Però opino que això no garanteix la seva validesa de cara a l'aprenentatge (humà). Vegem-ho més detalladament. Per començar, es pretén que el contacte successiu reiterat entre la reconstrucció visual i la sala permeti comprendre el llenguatge simbòlic del programa iconogràfic. Tot i que la informació visual permet una adquisició més ràpida de coneixement, és més superficial o inconscient que el coneixement verbal: com que el model virtual conté descripcions de cadascuna de les escenes, ja aconsegueix la funció cognitiva desitjada. Malauradament, la memòria visual de les persones és limitada i potser quan entrin a la Capella ja no recordaran les explicacions sobre cada escena: per aquest motiu, potser seria més adequat tenir les explicacions davant mateix de les pintures, la qual cosa facilitaria no només la comprensió individual de cada escena, sinó també de tot el programa iconogràfic perquè, a diferència del model virtual, en la visita real ens envolta i tenim davant dels ulls la totalitat dels frescos. De totes maneres, això també té els seus inconvenients, perquè la presència d'una explicació –ni que sigui auditiva individual per cadascú– priva de la simple contemplació i no pot mostrar els detalls de les representacions més allunyades de la vista.

Per altra banda, el procés d' “*anakyklosi*” definit per Forte implica un control conscient del propi aprenentatge que només és possible en el cas que es conegui a fons el domini del coneixement o les pròpies característiques psicològiques i cognitives. Normalment, ni l'una ni l'altra acostumen a caracteritzar el gran públic entès com a entitat global, perquè se suposa que van al museu per adquirir coneixement i perquè està integrat per persones molt diverses. A més, es proposa una concepció totalment associacionista de l'aprenentatge, basada en la repetició dels estímuls i en la imitació, que no permet la perspectiva metacognitiva que sí garantiria un model reconstructiu. Les teories constructivistes defensen el paper del conflicte com a desencadenant de l'aprenentatge significatiu. En aquest cas, la redundància només és garantia de la fixació d'uns continguts perquè no hi ha aplicació. Mentre que, en aquesta, la persona exercita unes habilitats o coneixements adquirits i transforma les seves concepcions prèvies, la redundància només implica una experiència sensorial de reforçament d'un estímul. Per tant, la seqüència de la visita hauria de capgirar-se i adoptar la forma “visita - sala multimèdia - visita” perquè d'aquesta manera s'aconsegueix l'aplicació i el conflicte necessaris per l'aprenentatge significatiu.

En un altre ordre de coses, la justificació de l'autor per adoptar aquest enfocament és que, com que actualment encara no es pot comprendre el directament el funcionament del cervell, cal adoptar una via d'aproximació indirecta (Forte, 2004) que, per Forte, són les idees cibernètiques derivades de la teoria ecosistèmica de Bateson (Bateson, 1972) i Maturana i Varela (Maturana i Varela, 1980). Crec que, en aquest cas, l'adopció del model de processament de la informació no és una conseqüència sinó una causa perquè la comprensió de l'aprenentatge no passa exclusivament per la comprensió dels fenòmens més bàsics que es produeixen al cervell, sinó que les innumerable publicacions provinents de l'àmbit que situo dins el terme integrador de Psicopedagogia demostren que es pot adoptar un altre enfocament i obtenir conclusions molt

interessants i profitoses sobre la realitat dels processos d'ensenyament - aprenentatge. I encara podem trobar un exemple més proper en els diversos projectes de Maria Roussou que, a partir de la Teoria constructivista de l'Activitat i del joc com a forma primària d'aprenentatge en la infància ha intentat establir un marc teòric - metodològic bàsic des del qual poder desenvolupar projectes de RV interactiva i immersiva i analitzar l'aprenentatge que s'hi produeix (Johnson, Roussou *et al.*, 1998; Roussou, 2002; 2004a; 2004b; 2004c; 2005a; Roussou, Johnson *et al.*, 1997).

Per tot el que he explicat en aquest apartat dedicat a l'aprenentatge, crec que ha quedat demostrat que és més correcta una aproximació inferencial realitzada directament des dels àmbits implicats que no pas la transferència d'una teoria externa, provinent de la cibernètica. De totes maneres, caldria recolzar aquesta crítica amb anàlisis específiques que, per exemple, permetin comprovar aquesta forma concreta de visita proporciona un aprenentatge adequat o millor que altres solucions museogràfiques. Aquesta és una tasca que tot just s'està començant a dur a terme en l'àmbit de la recerca acadèmica o relacionada amb els museus i a la qual poden contribuir les fases successives d'aquest projecte de recerca.

II.5.3.3.7. Conclusions: les TIC transformen els museus

II.5.3.3.7.1. Nous museus: el Museu Virtual

II.5.3.3.7.1.1. Les arrels del Museu Virtual

L'interès per l'aplicació de les TIC als museus es pot constatar a través de l'establiment, en una data tan primerenca com el 1991, d'una conferència internacional dedicada a aquest tema, la *International Conference on Hypermedia and Interactivity in Museums (ICHIM)*. Des de llavors, s'ha celebrat anualment amb gran ressò i sempre compta amb un gran nombre de comunicacions i ponències d'especialistes provinents dels àmbits de coneixement més diversos però units i unides per un interès comú: l'aplicació als museus. Durant la dècada dels 90, cada cop més museus van adonar-se de la importància d'Internet com a nova via de comunicació i van esforçar-se per dissenyar pàgines *web* més o menys complexes. Les idees, problemes, avaluacions, etc. van acabar essent recollides en una altra conferència internacional, iniciada el 1997 amb el nom de "*Museums & the Web*", que actualment és un dels principals centres de reflexió sobre la virtualitat al museu.

Què té a veure la tecnologia o la virtualitat amb el museu? Doncs és fonamental perquè la definició de museu especifica que aquest està condicionat pels objectes físics, però també que la seva funció és la comunicació i difusió del coneixement relacionat amb aquests i, per tant, això inclou qualsevol mitjà per aconseguir aquest objectiu (Schweibenz, 1998: 2). Per tant, el museu, com moltes altres institucions i formes de coneixement s'ha trobat immers en el procés de digitalització i virtualització²³¹ propi de la Societat de la Informació. Des d'aquesta perspectiva, es pot afirmar que el museu ja posseïa en essència aquesta dialèctica entre virtualització i actualització perquè la seva col·lecció conté una infinitat de discursos potencials que es materialitzen en cada exposició dissenyada i visitada; però ara, per efecte del gran desenvolupament de les TIC i també de les noves concepcions educatives, s'està desplaçant la importància des

²³¹ Recordeu la definició de Pierre Lévy a la secció sobre filosofia de la virtualitat.

del real cap el virtual, des de la visita cap a la informació, fins el punt que ha perdut la seva entitat física i s'ha convertit en node de comunicació. Aquest és l'origen del Museu Virtual.

També des de la perspectiva de la comunicació i la museografia, el museu ja contenia la llavor del procés de virtualització actual. En el primer aspecte, com molts estudis han remarcat, malgrat la diferència en el nivell d'interactivitat, el comportament de les persones al museu i les formes de comunicació que s'hi estableixen són similars als que activen els mitjans de comunicació de masses (Schweibenz, 1998: 3), que han caracteritzat la segona meitat del s. XX. Pel que fa al segon aspecte, es pot afirmar que el Museu Virtual no planteja cap idea revolucionària sinó que, en realitat, continua les tendències iniciades als anys 80 en dos tipus de museus diferents. En primer lloc, el museu tradicional, en què els objectes cedeixen el seu protagonisme al coneixement (Schweibenz, 1998: 3), és a dir, que els museus deixen de ser simples magatzems i esdevenen institucions de mediació cultural. En aquests entorns d'aprenentatge informal, l'adquisició el coneixement es produeix a través del nostre desplaçament i interacció amb un entorn físic real que conté elements comunicatius. En altres paraules, ens movem literalment a l'interior del coneixement i aquesta és la idea que s'ha traslladat al MV, que fa exactament el mateix però eliminant el vessant físic, corporal. L'aportació innovadora de les TIC i, més concretament d'Internet i la WWW, ha estat la possibilitat de connectar els museus entre ells i fer accessible tota la informació que contenen a totes les persones que disposin d'accés a la xarxa. Per tant, podem dir que el MV no és sinó la superposició d'una capa "ciberespacial" al museu tradicional. L'altre tipus de museu és el jaciment musealitzat o els "museus de la vida diària", que corresponen a estructures dedicades a la reconstrucció de la vida quotidiana al passat. Normalment, mostraven escenes dels s. XIX i XX, però ara s'ha estès a tots els altres períodes històrics perquè la reconstrucció real permanent és molt cara i irreversible (Bonfigli, Guidazzoli *et al.*, 2002: 213) i també perquè (Bonfigli, Guidazzoli *et al.*, 2002: 213-214)...

... "Basic concepts of museums –collect, preserve, communicate and display- can be conveyed in new ways through "Digital Museums", thought as multi-dimensional databases made of geometrical models and historical sources"

En la meua opinió, això significa realment que la RV permet oferir imatges realistes per representar les suposicions sobre el passat ja que, com més enrera anem en el temps, més difícil és disposar de documentació sobre aspectes tan concrets i, per tant, cal suplir aquesta manca de recursos per formar una imatge col·lectiva amb imatges reals que concretin la vaguetat de les hipòtesis obtingudes a través d'excavacions que, en la majoria dels casos, no es van efectuar pensant en aquest tipus de problemàtica "domèstica".

Continuant amb les arrels del MV, la integració de la multimedialitat en els museus tampoc no parteix del no-res. Tenint en compte que es defineix com qualsevol combinació de dos o més mitjans per presentar informació, els museus són experiències multimèdia des del moment que el públic està exposat a un nombre de "mèdia" – pintures, artefactes, animals vius, plafons informatius, etc.–, cadascun dels quals representa una forma diferent de comunicació. Certs museus també són interactius perquè, a través del concepte de "*learning by doing*", proposen una alternativa a la visita receptiva i lineal tradicional. Així doncs, les tecnologies multimèdia interactives són un

altre element de l'experiència multimèdia que es pot trobar en un museu i es refereixen específicament a aquelles generades per computador, que incorporen text, so, vídeo, gràfics, etc., en un sistema integrat que esdevé un element més de l'exposició i ens informa sobre un tema rellevant utilitzant els mitjans de comunicació més apropiats (Koester, 1993: 9).

Tot això significa, segons Bernard Deloche (Deloche, 2001: 215-216), que no hi ha oposició entre el museu real i les possibles versions tecnològiques, ni tampoc possibilitat de substitució del primer per part de les segones perquè tots són aspectes d'una mateixa entitat que, precisament, anomena "Museu virtual". Però encara ho porta més enllà perquè considera que és més aviat el museu físic, institucional, el que constitueix una figura del museu virtual (Deloche, 2001: 217). Això és així perquè l'autor parteix la concepció d'André Malraux sobre el museu imaginari i la funció dels substituïts. En aquest marc de referència, el museu –entès com a concepte abstracte– té com a funció la documentació intuïtiva a través dels sentits i, per tant, qualsevol forma de transmissió d'informació que passi per l'acció de mostrar entra en aquest domini (Deloche, 2001: 221). Les tendències actuals aprofiten les possibilitats que ofereixen les TIC i, per tant, privilegien la via icònica, però això no significa que el museu virtual s'esgoti aquí. Bernard Deloche s'oposa a la concepció que expressa Corinne Welger-Barboza sobre la virtualització de la funció comunicativa i la conseqüent homogeneïtzació de les informacions i desinstitucionalització del museu (Welger-Barboza, 2001: 9, 100, 124), perquè considera que el museu virtual no s'ha de confondre amb la simple extensió del museu físic al Ciberespai: aquesta només és una de les possibles solucions que sorgeixen a l'hora d'acomplir una operació de re-contextualització dels objectes (Deloche, 2001: 254). En paraules del propi autor (Deloche, 2001: 223):

“Toutefois, le musée virtuel ne saurait se confondre avec le cybermusée, même si l'on peut considérer qu'il le coiffe de sa tutelle théorique. On dira que le cybermusée n'est qu'une actualisation contemporaine et particulièrement spectaculaire du musée virtuel, car il met en jeu bien évidemment des ressorts que caractérisent “le muséal” tel qu'il a été défini plus haut: il a pour fonction principale de montrer et d'échanger, et même mieux, il le fait grâce à des artefacts et jongle avec les substitués (l'écran, le son le numérique, les parcours, les adresses, etc.). Quoi qu'on puisse en penser, la situation de visite est totalement bouleversée dans sa pratique concrète en même temps qu'elle est simplement simulée dans ses effets, ce qui tend une fois encore à faire de la visite traditionnelle du musée un cas tout à fait particulier d'une expérience beaucoup plus générale, celle dans laquelle des informations sensibles sont stockées, traitées et montrées. Le musée virtuel inclut dans sa problématique aussi bien le cybermusée que le musée institutionnel, car c'est lui qui en fonde à la fois la réalité et le sens.”

D'aquest fragment es pot extreure la concepció de l'autor sobre aquest tema: la virtualitat és anterior a la tecnologia i el museu virtual és un concepte que designa l'àmbit museològic global. En canvi, per Corinne Welger-Barboza, la virtualitat no és una causa inherent al museu sinó una conseqüència provinent de les noves formes de comunicació, que consisteix en la posada en línia o en un CD-ROM de les col·leccions del museu amb l'objectiu de fer que el coneixement que contenen sigui accessible a tothom (Welger-Barboza, 2001: 116-117, 124). Per ella, “virtualització” i

“digitalització” sí són sinònims, i el museu virtual no és una qüestió filosòfica sinó de suport (Welger-Barboza, 2001: 109): les relacions entre la persona i el contingut del museu que es produeixen en el món físic es traslladen al virtual (Welger-Barboza, 2001: 97). Això no obstant, està d’acord a considerar que la visita de la pàgina *web* mai no podrà substituir la visita real perquè la primera és una experiència purament visual i homogènia, mentre que la segona és multisensorial i posa en marxa activitats i habilitats diverses (Welger-Barboza, 2001: 126).

II.5.3.3.7.1.2. Definició del concepte

El concepte de MV és, com el de RV, molt complex perquè encara s’està construint (Schweibenz, 1998: 4). Per aquest motiu presenta diverses accepcions, definibles a partir de dos eixos: en funció d’on es situa el mitjà de comunicació dins el continu entre real i virtual o bé de la naturalesa de la comunicació. Dit d’una altra manera (Bertuglia, 1999: 149, 154), les TIC són un nou instrument per extreure informació del museu que, gràcies a la virtualitat, obre diverses possibilitats: la visita pot ser real o virtual i... el propi museu també. Per aquest motiu, a les formes d’aproximació receptives lineals tradicionals ara s’hi afegeix la possibilitat de seguir discursos diferents cada vegada – l’exploració hipertextual– i, fins i tot de construir l’exposició –a través de la interactivitat. En la literatura relacionada amb el MV, això es tradueix en definicions més o menys optimistes (Santacana i Serrat, 2005: 342-344), segons que la seva concepció de museu posi l’èmfasi en la didàctica/comunicació o en els objectes.

Comencem per la definició de MV en funció d’on es situa l’element comunicatiu dins el continu entre real i virtual, que es pot apreciar a la figura següent:

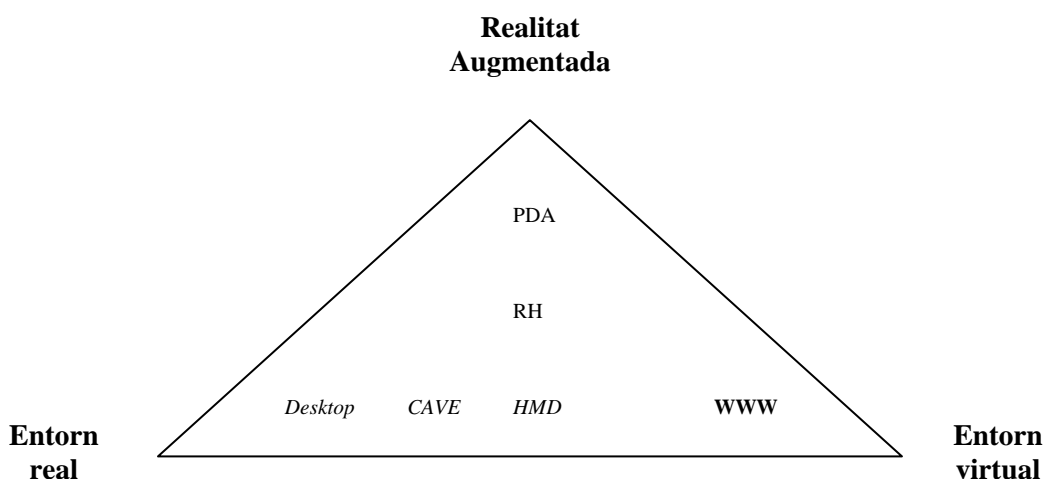


Figura 69: situació dels diferents dispositius dins el continu entre els tres pols de la RV.

A la realitat hi hauria els dispositius normals situats dins el museu, com per exemple el *Desktop* o la RVI, que s’apropa més a la virtualitat perquè és immersiva, però pateix el mateix problema que l’anterior: la separació entre els dos móns. Un exemple real situat expressament aquí dins per l’equip que ha desenvolupat el projecte és el cas de la “*scatola cognitiva*” de la Capella Scrovegni de Pàdua (Forte, 2004; Forte, Pietroni *et al.*,

2002). Aquest és un concepte derivat del marc teòric global de Maurizio Forte que, com hem vist a l'apartat dedicat a la RV com a llenguatge cognitiu, considera que la RV és un llenguatge comunicatiu basat en la creació d'un ecosistema cognitiu informatiu que pot reproduir o no un entorn real. Això permet que una visita física al museu pugui ser virtual perquè les persones entren en un espai immersiu en què els recursos museogràfics són interfícies de manipulació d'aquest entorn virtual de coneixements. Així doncs, en aquest cas, el concepte designa un muntatge museogràfic mixt perquè la virtualitat està inclosa dins el disseny de l'exposició i genera una dialèctica expositiva entre el real i el virtual, caracteritzada per diferents graus d'immersivitat i interactivitat. Per tant, més que de "MV" hauríem de parlar de "musealització del virtual".

Tornant a la gradació de dispositius, cap a l'augmentació hi hauria la tecnologia mòbil que acompanya la visita i hi superposa sons i imatges en temps real. La RH se situaria en el centre perquè teòricament pretén la fusió de tots dos móns i, per tant, també hi ha un component d'augmentació de la realitat. Aquestes formes de RV també s'han de tenir en compte perquè, com que s'ha associat el MV amb la digitalització dels objectes, qualsevol exemple de Ciberespai relacionat amb el museu pot ser considerat MV. Finalment, a l'extrem de virtualitat total, hi ha el museu que es troba a Internet i que es basa en una idea àmplia del concepte de museu: conté imatges reals i sintètiques, text, sons... un museu d'idees que es transmeten visualment i pel qual es pot navegar. La meua opinió és que només aquests es poden anomenar MV.

També es pot caracteritzar el MV en funció d'on es posa l'èmfasi, en l'aspecte telemàtic o la interactivitat (figura 68). En el fons, aquest és un debat anterior a la tecnologia, que depèn de la concepció museològica subjacent, és a dir, del paper que s'atorga als objectes i al públic dins el procés de comunicació.

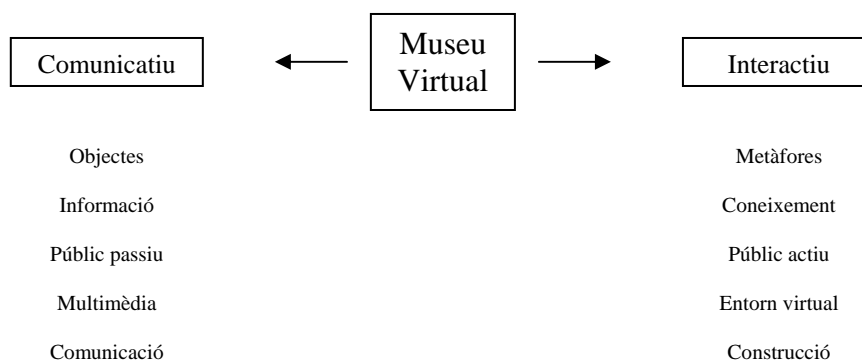


Figura 70: caracterització del MV en funció de l'opció museogràfica.

El vessant comunicatiu del MV recull la idea del museu tradicional com a espai multimedial de transmissió de coneixements però l'aprofundeix aprofitant les possibilitats d'interacció, exploració, personalització, immersivitat, catalogació, etc. del format digital i l'accés remot. Aquesta concepció pot anar des de la simple informació publicitària del museu fins a la possibilitat de recórrer telemàticament les sales del museu a través d'imatges panoràmiques amb *links* visuals, passant pel simple accés temàtic a un catàleg de la col·lecció del museu (Burdea i Coiffet, 1993: 303-305; Ibáñez, Correa *et al.*, 2003: 436-437; Welger-Barboza, 2001: 101-102).

La pressió sobre els museus nacionals i locals per part dels governs –que impulsen un inventari del Patrimoni nacional– i del públic –que ha pagat uns impostos i vol gaudir del seu Patrimoni– es trobem a l’origen de les iniciatives per fer més accessibles les col·leccions dipositades. L’accés electrònic als museus s’ha produït de manera espontània, per l’augment de popularitat i disponibilitat d’Internet –més que no pas per la coordinació centralitzada dels governs (Gordon, 1999)– i, com a resultat, un gran nombre de museus ha fet que part de les seves col·leccions siguin accessibles a través d’Internet. Però això no es pot considerar una situació generalitzada. La realitat és que encara són pocs, i els que “pengen” les col·leccions només seleccionen alguns objectes destacables. Gordon (Gordon, 1999) adueix tres causes fonamentals per aquesta situació. La primera té a veure amb la naturalesa les dades: els conservadors i les conservadores es resisteixen a posar informacions errònies o incompletes a la xarxa. En segon lloc, tot i que les eines per enllaçar amb grans bases de dades estan disponibles i són fàcils d’utilitzar, les llicències d’ús són cares i sovint cal tenir personal tècnic que entengui la base de dades nativa i el *software* de navegació. A més, també s’ha de tenir en compte el cost de les actualitzacions. Finalment, la seguretat a Internet és encara un gran problema que s’ha de resoldre a curt termini.

Mentre que en el cas de la presència publicitària o el catàleg en línia, la pàgina *web* del museu complementa la visita real, en el cas de la “visita virtual” pot arribar a substituir-la perquè (Papageorgiou, 2000)...

“Virtual museums provide simulations of real museums in computers. They are virtual environments that represent a plan of the museums along with its exhibits and are presented over the internet to a wide range of users. The purpose they satisfy is to provide access to museums from long distances all day long. Thus visitors are able to take a tour in the museum without having to travel and without being restricted by the museum’s opening hours. What is more a virtual replicate of the museum could provide more information to the visitor allowing him to examine the artifacts and receive even multimedia information about it.”

Malgrat aquesta possibilitat de substitució –que alarma més d’un/a conservador/a–, l’objectiu central de la comunicació segueixen essent els objectes i la tecnologia és un vehicle per accedir-hi des de qualsevol lloc i per construir discursos conceptualment més rics, aprofitant la hipertextualitat i la multimedialitat. Werner Schweibenz ho expressa de la següent manera (Schweibenz, 1998: 6):

“The “virtual museum” is a logically related collection of digital objects composed in a variety of media, and, because of its capacity to provide connectedness and various points of access, it lends itself to transcending traditional methods of communicating and interacting with the visitors being flexible towards their needs and interests; it has no real place or space, its objects and the related information can be disseminated all over the world.”

Com afirmen diversos autors i autores –entre ells, (Hernández Hernández, 1998: 61)– l’avantatge d’aquest tipus de MV és que permet l’accés sense desplaçament físic i, per tant, es pot preparar la visita amb antelació, complementar-la *a posteriori* o, simplement, estalviar-se el viatge quan no es pot realitzar o només interessa una obra específica i la informació relacionada. També s’ha examinat des del punt de vista de

l'aprenentatge i, atenent a les poques avaluacions disponibles, John Falk i Lynn Dierking (Falk i Dierking, 1998) han establert un paral·lelisme entre la visita al museu real i la navegació dins una pàgina *web* perquè en tots dos casos l'experiència es centra en la construcció de significats a partir de la informació disponible i el "*free-choice learning*".

Tanmateix, el MV presenta algunes diferències transcendents respecte del museu real. En primer lloc, les imatges han substituït l'objecte que els servia de suport i, malgrat que la comunicació sense objectes pugui semblar un contrasentit en el cas del museu, com a conseqüència d'aquesta acció, han augmentat el valor simbòlic dels originals (Hernández Hernández, 1998: 57). Per altra banda, el disseny de l'exposició i la visita ja no estan sotmesos a les exigències espacials del museu. També és específica la noció d'interactivitat perquè aquí significa navegació hipertextual i no pas manipulació d'objectes o, altre cop dins l'àmbit de la virtualitat, diàleg transformador entre la persona i els continguts de la màquina. En conclusió, entès d'aquesta manera, el MV està més proper al Ciberespai que a la RV perquè o bé connecta espais reals transcendint les distàncies físiques o bé consisteix en un entorn digital específic, a través del qual es pot navegar per obtenir informació. La majoria de les vegades, les imatges del museu són una simple excusa: en realitat, no simulen la visita real sinó que actuen com a metàfores de navegació pel coneixement. Així doncs, la diferència entre la RV i el MV és que els objectes ja no són importants per la seva materialitat sinó per informació que contenen (Schweibenz, 1998: 6). I això portat a l'extrem pot fer que esdevinguin simples il·lustradors de discursos –com ja passa actualment en algunes exposicions físiques– o, fins i tot, que desapareguin i només quedi la informació. En aquest cas, i tenint en compte que al llarg de la història hi ha hagut museus sense objectes, encara podem parlar de museu?

Aquesta concepció del MV està representada per tres casos diferents. En primer lloc, la creació expressa d'una pàgina *web* del museu, com ara les del Louvre (www.louvre.fr) o del British Museum (www.thebritishmuseum.ac.uk), en què, a més de les informacions sobre l'edifici, les activitats, els horaris, etc., hi ha una selecció d'obres del museu, vistes de les sales i també la possibilitat de fer cerques concretes a la base de dades mitjançant un buscador. Aquest tipus de MV reflecteix la concepció museològica del museu real perquè presenta un seguit de peces relacionades per la seva ubicació física –que acostuma a ser cronològica o cultural– i la informació associada només té a veure amb cada obra particular. El segon cas és la realització d'un multimèdia pensat per la visita o per endur-se'l a casa, que després es penja a la WWW (Androutopoulos, Dimitromanolaki *et al.*, 2000). La diferència amb l'anterior és que ja no es tracta d'obres desvinculades, sinó que es proposa un entorn estructurat i coherent de navegació virtual a través de la col·lecció d'un museu. El tercer cas correspon a la musealització d'un jaciment (Uehara, Tanaka *et al.*, 2001). A la xarxa es penja la reconstrucció del monument amb tota la informació sobre les excavacions, els objectes trobats, la interpretació, etc. i s'hi pot accedir a través de *links* situats a la pròpia reconstrucció. En realitat és molt similar a la *web* d'un museu o al Multimèdia que es pot trobar a les sales però presenta l'avantatge de l'accessibilitat ubíqua i la interconnexió amb altres recursos d'Internet.

Fins aquí hem vist la definició de MV que incidia en un determinat esquema comunicatiu i museogràfic: la transmissió de coneixements era unidireccional, del museu cap el públic, i els objectes constituïen l'element central de la comunicació.

L'altra possible definició de MV és la que emfasitza la virtualitat. Segons Maurizio Forte i Margherita Franzoni (Forte i Franzoni, 1998: 202),

“Con il termine di museo virtuale si intende un ambiente informatico caratterizzato da una struttura ipertestuale e ipermediale ed un sistema di interfacce, di metafore che si avvalgono di una rappresentazione grafica più o meno intuitiva e che consentono la navigazione all'interno di tale ambiente, ovvero la possibilità da parte del visitatore di compiere delle azioni e quindi di interagire con il contesto potendolo anche modificare.”

En aquest cas, és “virtual” perquè es construeix un entorn més o menys real però sempre metafòric i interactiu. Aquesta és la diferència fonamental amb la concepció anterior. L'important no són els objectes en la dimensió física, sinó la seva inclusió en un entorn cognitiu que permeti un veritable intercanvi entre la persona i el sistema i en millori la comprensió (Forte, 2004). Els avantatges són principalment tres (Forte i Franzoni, 1998: 202-203): primer, com que la metàfora de navegació tendeix a apropiarse a les nostres interaccions habituals amb el món real, serveix perquè l'adquisició dels coneixements que conté es produeixi en un nivell més experiencial i menys abstracte, amb la qual cosa, segons els postulats activistes, es supera la pura comprensió intel·lectual; segon, aprofita les facilitats d'accés i interconnexió que permet Internet; i tercer, gràcies a la hipertextualitat, es pot personalitzar el recorregut per adaptar-lo als interessos i necessitats de cada persona.

Portat a l'extrem, aquest MV es converteix en un *MOO* (“*Multi-user object oriented environment*”), un entorn en què la interactivitat i la informació són màximes i les persones poden comunicar-se entre elles a través de les accions realitzades sobre l'espai virtual. L'avantatge és que els visitants no són passius sinó que construeixen el seu propi coneixement i identitat perquè el museu facilita la creació al seu voltant d'una xarxa de recursos i comunicacions que cohesiona o, fins i tot, genera una comunitat. Un exemple d'aquest tipus de MV és el *MOO* creat pel departament d'educació del *Science Museum* de Londres a la pàgina *web* d'aquest museu i dirigit a les escoles. És un entorn format per diferents espais (“*rooms*”), que representen habitacions amb objectes –taules, taulells d'anuncis, escultures, avatars– a partir dels quals es pot accedir a diferents informacions, comunicar-se amb altres persones en temps real i diferit, construir la pròpia pàgina *web*, etc. (Gordon, 1999: 4-5).

Les primeres exploracions d'aquest tipus d'espai museístic virtual es poden trobar, per exemple, en el “*Virtual Museum*” de Shaw (Shaw, 1994) o el “*Networked Virtual Art Museum*” (Loeffler, 1994). El primer és un entorn immersiu i interactiu format per habitacions amb projeccions a les parets i unes cadires des de les quals els usuaris i les usuàries controlen la visita. En el fons es tracta d'un museu (virtual) dins el museu (real) i els/les visitants naveguen a través del coneixement. La filosofia subjacent és que el discurs que articula el contingut de l'exposició constitueix un pont situat entre la fina línia que separa el real i el virtual. Volen que el museu sigui coherent amb un món que tendeix a conservar el coneixement i els objectes i per això la seva arquitectura ha de ser tan provisional com la cultura que conté (Shaw, 1994: 30). El segon MV, el “*Networked Virtual Art Museum*”, s'organitza com un lloc central a partir del qual es poden recórrer les diferents galeries. Com a base d'aquest MV es va adoptar la idea de “*fun house*” perquè s'assembla a l'experiència de la RV: quan una persona hi entra és com si penetrés en una altra realitat que estimula tots els sentits amb recursos diversos i

inesperats, serveix de metàfora de navegació i posseeix una dimensió lúdica i exploratòria (Loeffler, 1994: 33). Les característiques essencials d'aquest món virtual són les següents (Loeffler, 1994: 34): els usuaris i usuàries poden triar una imatge del seu jo virtual d'una galeria de possibles personalitats; interactuen amb un client o agent que posseeix intel·ligència artificial; interactuen amb altres usuaris i usuàries en temps real; hi ha *links* a objectes que es mouen; i, finalment, hi ha atributs basats en les lleis físiques. El "*Networked Virtual Art Museum*" constituïa una nova via de recerca ja que els usuaris i usuàries no es limitaven a un paper purament exploratori sinó que participaven en la construcció del món virtual. Per això es van crear "*rooms*" adjacents on cadascú podia desenvolupar la seva creativitat musical, pictòrica i arquitectònica.

De totes maneres, aquest és un exemple encara molt poc estès. El més habitual és trobar una versió del MV menys interactiva, en què l'eix vertebrador no està format per objectes sinó per un tema. És el cas, per exemple, de "*Travel to the time of Iberians*" (Ruiz Rodríguez, 2000), una pàgina *web* dedicada a la cultura ibèrica de Jaén i es pot considerar un MV i no pas un simple Multimèdia perquè l'element central és el Patrimoni Arqueològic. A la província s'han excavat nombrosos jaciments ibèrics però mai no se n'ha ofert una visió integradora i, per tant, aquesta pàgina "substitueix" un possible museu arqueològic provincial: reuneix, conserva i difon un patrimoni disgregat i, a més, hi afegeix els avantatges de la virtualitat, que són la possibilitat de contextualitzar els jaciments i els objectes, la personalització, l'accessibilitat i la descentralització del recurs (Ruiz Rodríguez, 2000). Un altre exemple similar seria el del MV de la ciutat de Bolonya (Bonfigli i Guidazzoli, 2000), un model virtual navegable que, en lloc de recollir els jaciments d'un determinat territori, ofereix una visió diacrònica d'una ciutat concreta. En aquest cas, el patrimoni també està dispers, no només per les circumstàncies de l'arqueologia urbana, sinó també per les transformacions al llarg del temps. La virtualitat ofereix la possibilitat d'integrar les excavacions puntuals en una única trama urbana i també de navegar a través de la quarta dimensió, accions que no són possibles en un museu situat a la realitat física. El MV de Bolonya permet accedir a altres pàgines *web* relacionades amb qualsevol dels temes esmentats i alhora constitueix un punt de trobada tecnològica, científica i cultural perquè està pensat per ser una eina de recerca i de debat ciutadà sobre les diferents hipòtesis reconstructives de la trama urbana. En aquest cas, la principal conseqüència derivada de la seva funció patrimonial és que la ciutat pot reclamar la seva identitat col·lectiva (Bonfigli i Guidazzoli, 2000).

Bolonya també ha servit de base per implementar una versió digital dels museus de la vida diària: el "*MU.VI.*" creat pel CINECA i la *Università degli Studi di Bologna* per representar la vida diària a Bolonya durant el s. XX. N'existeixen dues versions: una versió semi-immersiva en Teatre Virtual, per a la qual es necessiten ulleres estereoscòpiques i que té com a objectiu experimentar l'ambient de l'època; i una versió "*web*", que simplement permet fer un "*tour*" virtual (Bonfigli, Guidazzoli *et al.*, 2002: 214-215). Totes dues possibilitats es caracteritzen per la interacció i la personalització de la informació, ja que l'usuari o usuària pot triar allò que vol veure i obtenir informació sobre un objecte concret mentre navega. En aquest cas, el museu no existeix a la realitat tangible, sinó que podem dir que ha integrat tant les TIC, que tot ell s'ha convertit en un entorn virtual. D'aquesta manera, reuneix –tant com la virtualitat ho permet– les característiques dels dos móns:

- És un entorn tridimensional, ple d'objectes i idees –presentats sota format visual o auditiu-, destinat a ser explorat lliurement.
- Permet als i les visitants la interacció amb el contingut del museu, que està estructurat de manera multidimensional i relacionat amb altres entitats, pàgines, etc. a través de la xarxa (Bonfigli, Guidazzoli et al., 2002: 214).
- Facilita la contextualització dels objectes, gràcies als *links* i les reconstruccions tridimensionals.
- Els entorns virtuals relacionats es poden multiplicar infinitament i, per tant, es pot incloure qualsevol regió i / o època (Bonfigli, Guidazzoli et al., 2002: 214).
- És possible adaptar el nivell de profunditat de coneixement al perfil de l'usuari usuària.
- Contribueix a la captació emotiva i sensible de l'alteritat, gràcies a la immersió en aquest “altre” món (Bonfigli, Guidazzoli et al., 2002: 214).

Tots aquests entorns tridimensionals representen una nova fase en el significat de la cultura material humana: al principi, els objectes eren pròtesis o extensions del cos humà perquè permetien ampliar les nostres capacitats biològiques; després es van convertir en “objectes - signe”, perquè expressaven significats diversos –aquesta era la funció desenvolupada al museu–; actualment podem parlar d’ “objectes - subjecte” perquè són interactius, és a dir, capaços de relacionar-se de manera intuïtiva amb les persones que els manipulen (Hernández Hernández, 1998: 58). Els entorns dotats d'aquests tipus d'objectes (virtuals) presenten alguns avantatges respecte de la pàgina *web* tradicional: la persona es pot moure pel coneixement de manera més intuïtiva perquè es fan servir metàfores familiars i això serveix pel públic general però, sobretot, és adequat per aquelles persones amb necessitats específiques, com és el cas dels usuaris i usuàries que no dominen la llengua, la interfície de comunicació o bé els/les nens/es que encara no tenen completament desenvolupada la comprensió lectora (Gordon, 1999: 5). Això no obstant, el principal avantatge és que, per les seves característiques específiques, complementa el museu real a un nivell mai assolit fins ara perquè ofereix la possibilitat de comunicar-se amb el públic a gran escala però sense les limitacions dels mitjans de comunicació de masses tradicionals: és alhora col·lectiu i individual, descriptiu i manipulatiu, estàtic i dinàmic, és personalitzable, i permet una veritable interacció entre les persones i el museu. La seva flexibilitat prové del fet que, en el fons es tracta d'una metàfora de navegació i d'organització dels continguts i de les eines per manipular-los. I també satisfà més plenament les necessitats de l'Arqueologia perquè pot implementar la navegació dins la informació gràfica i textual sobre les quatre dimensions amb què treballa la disciplina.

II.5.3.3.7.1.3. Com serà el museu del futur?

Internet ha transformat radicalment la relació del museu amb els seus públics. L'accés als arxius multimèdia facilita l'estudi de les col·leccions des de qualsevol punt del planeta i garanteix que tota aquesta informació pugui ser transmesa i compartida per totes les persones relacionades amb el Patrimoni, de manera que es poden establir

comunicacions estretes entre les diverses institucions. Pel que fa al públic general, els museus tradicionals han posat en marxa des de fa un cert temps altres serveis destinats a audiències concretes –publicacions, conferències, visites guiades per escoles, etc.. Un *website* afegeix un nou tipus d'audiència remota, que posseeix les següents característiques: és massiva, potencialment global, no té necessàriament cap interès particular pels museus, no parla la mateixa llengua i la seva atenció es mesura per segons i no pas per minuts (Gordon, 1999). Internet proporciona nous canals de comunicació entre el públic i els continguts, entre els experts i expertes de les diverses disciplines implicades i, com a novetat, entre el públic i aquests darrers.

La integració més o menys forçada de les TIC en el discurs expositiu també està “trencant” des de dins el model tradicional de museu, basat en la contemplació passiva d'objectes: a través de la interactivitat i l'èmfasi en la informació, s'abandona el paradigma centrat en els objectes i es passa al de la transmissió d'idees (Witcomb, 1997). Per altra banda, l'arquitectura dels sistemes multimèdia i d'Internet, oberta i horitzontal, s'oposa a les formes de poder jeràrquiques tradicionals (Lévy, 1999; Witcomb, 1997). D'aquesta manera, també canvia la seva funció polític - social; i això, per dues raons: d'una banda, el turisme esdevé transnacional i el context econòmic provoca que la gestió del museu es basi en l'afluència de públic i no pas el seu efecte civilitzador; de l'altra, el clima polític exigeix una major representació i accés dels grups socials que fins ara havien estat marginats per aquest discurs hegemònic. La Nova Museologia criticava la concepció fetitxista i elitista dels museus i negava que l'objecte posseís intrínsecament un valor moral, estètic i es pogués considerar una representació objectiva de la societat sinó que, al contrari, a través de la seva articulació en un discurs es transmetien les nocions d'hegemonia, dominació i invisibilització dels “altres”(Witcomb, 1997). Amb el pas de la “Societat Industrial” a la “Societat de la Informació”, es reforça aquest corrent de pensament i s'accelera el pas de l'objecte a la informació. Segons Rafael Sospedra, l'avantatge dels museus o els materials didàctics virtuals és que han estat formulats sense els prejudicis encara existents a la museografia clàssica (Santacana i Serrat, 2005: 357). Ara, l'objectiu del museu és esdevenir un node de comunicacions en lloc d'un centre civilitzador. La tecnologia permet que deixi de ser un element estàtic i autoritari i que passi a ser dinàmic i interactiu.

Tots aquests canvis han portat algunes persones a suggerir la possibilitat que, dins aquest aparent corrent de “desmaterialització” generat per les TIC, el museu acabi desapareixent o, en tot cas, es dissolgui l'autoritat que emanava del seu vessant patrimonial (Welger-Barboza, 2001: 129, 130). Les estadístiques mostren que el nombre de consultes de les pàgines *web* dels grans museus és enorme i que les visites al museu real no només no han baixat, sinó que augmenten cada any i és probable que sigui degut al fet que el públic fa servir les informacions penjades a la *WWW* per preparar la visita o per complementar aspectes a posteriori (Bertuglia, 1999: 153; Sospedra, 2004: 48). El cas del telèfon proporciona una demostració en aquest mateix sentit: quan es va començar a difondre el seu ús a finals del s. XIX, les persones tenien por que aquest aparell eliminaria les relacions cara a cara; després es va demostrar que no només no les eliminava sinó que, precisament, servia per concertar-les. I això mateix passa amb les gravacions discogràfiques (Bertuglia, 1999: 163), en un procés anàleg al dels objectes arqueològics que he esmentat a l'apartat anterior: la indústria discogràfica no només no ha substituït l'assistència als concerts, sinó que ha dotat d'una aura gairebé mítica alguns/nes intèrprets. Tornant al museu, excepte en casos molt concrets, la visita virtual i la física no es poden considerar equivalents perquè les experiències o els coneixements

que aporten l'una i l'altra són molt diferents (Bertuglia, 1999: 160; Welger-Barboza, 2001: 125). Conseqüentment (Bertuglia, 1999: 151),

“... il contatto indiretto non costituisce un atto di consumo sostitutivo, bensì un atto de consumo aggiuntivo [...]”

Però, a més, cal pensar que el museu no té un únic tipus de visitant i cadascun està caracteritzat per necessitats o interessos diversos que potser fins ara no podien ser satisfets perquè l'únic tipus de visita que existia era la física (Bertuglia, 1999: 153). Per tant, el MV ha aportat una nova categoria de públic i ara tenim tres grans tipus de demandes: la visita tradicional, la visita només virtual i la visita que combina l'obtenció d'informació en línia i l'experiència real (Bertuglia, 1999: 153).

La Societat de la Informació ha comportat una nova aproximació a l'art i els museus: ara ja no són un servei sinó un bé de consum i, per tant, s'hi pot accedir de diverses maneres, no necessàriament presencials (Bertuglia, 1999: 164). Això fa que potser, en termes quantitius, hagi empitjorat la relació (tradicional) del públic amb el museu –tot i que aquest procés forma part d'un fenomen general d'atomització social provocada per l'aparició dels mitjans de comunicació de masses a la segona meitat del s. XX– però, en canvi, ha millorat des del punt de vista qualitatiu: es diversifiquen les vies d'accés, milloren les formes de comunicació, etc. (Bertuglia, 1999: 164-166). El problema és que tot això es produeix en un moment en què el museu ha entrat de ple en les concepcions mercantilistes de la societat de consum de masses i només es fixen en les xifres absolutes d'audiència. Aquesta actitud ha conduït, en molts casos, a fer creure als/a les cibernetes que la visita a la pàgina *web* “és com si” es visités el museu real amb l'únic objectiu d'augmentar el nombre de consultes (Welger-Barboza, 2001: 126).

Com en el cas de la introducció de la RV a l'exposició, tornem a trobar que les pors manifestades pels professionals relacionats amb els museus es fonamenten en concepcions tradicionals d'aquests, habitualment associades a una noció superficial de les TIC. Crec que ha quedat demostrat que, malgrat la importància que actualment s'atorga a les informacions –o potser precisament com a conseqüència d'aquest fet–, el MV mai no acabarà substituint el real sinó que el complementarà en funció de les característiques particulars del Ciberespai. Com afirmen Alex Ibáñez, José Miguel Correa i Estitxu Jiménez de Aberasturi (Ibáñez, Correa *et al.*, 2003), de la Universitat del País Basc, el MV ha de ser...

“... el vehículo que modifique la visión del museo, sin pensar en ella como sustitutivo, pero sí como una guía que permita redistribuir las potencialidades, funciones y posibilidades del propio museo.”

La prova d'aquest fet és que s'ha començat a estendre un nou concepte, la “museografia virtual” (Forte i Franzoni, 1998: 202; Sospedra, 2001; 2004), que designa específicament les noves formes de comunicació basades en les TIC, que es troben tant dins com fora de les sales. En realitat, aquest concepte no apareix del no res sinó que, segons Rafel Sospedra (Sospedra, 2004: 45-47), es pot seguir la seva evolució històrica des de les tradicionals vitrines fins a les reconstruccions, els PDA o els multimèdia actuals, passant per les maquetes tridimensionals i la tecnologia analògica pròpia dels anys 80 –vídeos i audioguies–, un procés de desenvolupament que té com a objectiu la millora de la comunicació i, conseqüentment, de l'aprenentatge. La via que proposa la

museografia virtual és la de la documentació a gran escala (Welger-Barboza, 2001: 133) i l'oferta de recursos educatius per la socialització, la participació activa, el diàleg entre especialistes i públic general, l'exploració a distància, l'experimentació, etc. Algunes d'aquestes possibilitats ja començaven a posar-se en marxa a les sales expositives, però la virtualitat permet integrar-les i realitzar-les plenament. Per aquest motiu, cal aprofitar el seu potencial més enllà de la simple publicitat i complementar la visita amb totes aquelles activitats que no són possibles a l'entorn real. Aquest proporciona una vivència completa, sensorial i plaent, que no depèn de la quantitat de canals involucrats sinó de la qualitat del disseny (Sospedra, 2001: 46-47).

Lluny de fer perillar el museu, la virtualitat aporta noves vies per potenciar-lo, gràcies a la seva capacitat de superar les barreres espàcio - temporals. El món físic i el virtual es complementen, com afirmava Bernard Deloche, sota una concepció museològica global. Només cal acceptar que aquest procés implica necessàriament una dialèctica que generarà alguna transformació de les velles estructures. Cristoforo Bertuglia (Bertuglia, 1999: 160) s'atreveix a realitzar previsions de futur i afirma que, atès que el Ciberespai està trencant les tradicionals barreres físiques dels museus, aquests esdevindran punts físics, sortides, en una xarxa d'informacions a escala mundial. Sigui com sigui, l'arribada de les TIC ha rellançat un debat mai no tancat completament sobre què és el museu i quina és la seva funció a la societat del s. XXI.

II.5.3.3.7.2. Noves formes comunicatives: la interactivitat

II.5.3.3.7.2.1. Introducció

La interactivitat és, com hem anat veient fins ara, el principal factor definidor de la RV. Això no obstant, nombrosos autors i autores han assenyalat la dificultat de definir el terme perquè s'utilitza en diferents àmbits –museus, computadores, Comunicació, Ecologia, Psicologia...– i, dins d'aquests, s'aplica a diferents tipus d'elements i activitats (Adams i Moussouri, 2002: 1; Heeter, 2000: 2; Roussou, 2004c: 3; 2005a: 57). Malgrat una certa confusió provocada per la diversitat d'usos, hi ha una noció compartida de comunicació, d'intercanvi físic - intel·lectual, pel qual els dos o més agents involucrats influeixen recíprocament en les seves activitats (Roussou, 2004c: 3). Això és degut al fet que el concepte existia amb anterioritat a l'aparició de les computadores. En el fons, el terme original és “interacció”, una noció molt àmplia que es podria definir com un o més episodis de reacció d'una persona en relació amb el món que l'envolta a través del seu cos (Heeter, 2000: 7): aquest li serveix de receptor per captar-lo, de mesura per interpretar-lo –el cos ens individualitza– i d'instrument per actuar-hi físicament (Heeter, 2000: 5-6). Així doncs, la interacció integra una fase (de comprensió) intel·lectual i una fase de reacció física²³².

Si la interacció correspon a la dimensió comunicativa general, el terme “interactivitat” designa la “qualitat d'interactiu”²³³, és a dir, la capacitat qualitativa i quantitativa de resposta d'un agent –una persona, una màquina, un mitjà de comunicació– o d'un entorn o situació, com per exemple, un context educatiu –l'aula escolar, l'exposició– o un acte comunicatiu en general, àmbits en què el concepte s'ha

²³² El fet que només aquesta darrera sigui observable ha estat la causa que, erròniament, tendeixi a assimilar-se només a les activitats sensorials – motores.

²³³ Segons el Diccionari de la Gran Enciclopèdia Catalana, www.grec.net.

desenvolupat, com veurem en els apartats subsegüents, de manera específica, sobretot a través de les teories constructivistes i del “*learning by doing*”.

Per aquest motiu, el terme interactivitat constitueix el punt de contacte amb els museus –com a conseqüència de les noves concepcions museogràfiques– i amb l’Arqueologia –si s’adopta un enfocament constructivista i es pren la investigació com a eix didàctic. De la mateixa manera que en el punt anterior exposava de quina manera les TIC estan transformant la concepció del museu, l’objectiu del present apartat és reflexionar sobre l’efecte d’aquest element tan essencial de la RV sobre les concepcions museogràfiques; especialment, perquè en els darrers temps s’han desenvolupat un gran nombre d’aplicacions i es defensa com un dels principals avantatges de les TIC per a l’aprenentatge però, deixant de banda les manifestes actituds positives del públic – especialment el més jove– envers la tecnologia simulativa i els *hands-on* en general (Adams i Moussouri, 2002: 3), no hi ha una recerca sistemàtica que recolzi aquesta evidència amb dades empíriques (Roussou, 2004c: 2; 2005a: 57).

Així doncs, per endinsar-nos en aquesta qüestió, repassaré breument les implicacions específiques del terme en cada àmbit –l’entorn educatiu formal, l’entorn educatiu informal i els ordinadors– i, a partir d’aquí, i tenint en compte els resultats dels estudis empírics que poden relacionar-se amb la interactivitat més o menys directament, establiré algunes conclusions sobre la utilitat de la interactivitat computacional als museus d’Arqueologia.

II.5.3.3.7.2.2. La interactivitat a l’aula

Com es pot deduir de l’apartat dedicat a les diferents teories educatives, la interactivitat va entrar a l’aula de la mà de les teories educatives constructivistes: és una interactivitat, en primer lloc, cognitiva, que implica una reelaboració personal dels continguts presentats, un procés actiu de transformació de les estructures anteriors de la persona a partir d’un conflicte entre els vells i els nous coneixements provocat per una relació activa amb els materials educatius (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 96; Roussou, 2004c: 4). Posteriorment, les diferents tendències hi atorguen matisos diferents.

Segons Dewey (Dewey, 1966), l’educació depenia de l’acció i Piaget (Piaget, 1973) va demostrar que els infants desenvolupaven les seves estructures cognitives a través de les activitats espontànies en relació amb el seu entorn més immediat. Aquestes idees es van portar a l’aula, primerament, sota la forma de l’aprenentatge per descobriment, en què es tractava que l’alumne/a establís un diàleg, experimentés amb els materials per tal d’extreure’n els continguts educatius; malauradament, en alguns casos això portava a un pur activisme, mancat de rerefons cognitiu.

En el Constructivisme social, basat en un cos de coneixement provinent de les ciències socials, naturals i cognitives, l’aprenentatge de qualsevol ésser viu es produïa inevitablement a través de la seva interacció amb l’entorn i la solució de problemàtiques concretes, determinades per les necessitats individuals i les “*affordances*”²³⁴ percebudes en els objectes circumdants (Heeter, 2000: 7). Per tant, l’aprenentatge és essencialment una activitat situada, que depèn de les interaccions amb el context i, especialment, dins

²³⁴ Utilitats, possibilitats, funcions... segons la teoria perceptiva defensada per J. J. Gibson (Gibson, 1950).

d'aquest, amb les persones, de manera que, segons Vigotsky (Vigotsky, 1978) el desenvolupament personal s'assoleix principalment a través d'un procés de cooperació i d'intercanvi condicionat pels diferents nivells de coneixement o la diversitat d'habilitats de les persones involucrades.

La superació de les rígides estratègies conductistes i l'adopció de mètodes més flexibles, basats en l'activitat, l'intercanvi social i uns objectius més oberts ha estat, precisament, un dels factors que ha permès la introducció de les tecnologies computacionals en els entorns educatius (Roussou, 2004c: 4), amb l'esperança que, gràcies a la seva flexibilitat comunicativa, els "*Computer Assisted Learning Environments*" contribueixin a millorar l'aprenentatge.

En un nivell més concret, les disciplines històriques encara continuen estant generalment associades amb la transmissió i memorització de coneixement descriptiu – factual. Tanmateix, en alguns casos particulars s'apliquen estratègies menys conductistes, com ara una postura mixta, a través de l'aprenentatge per reestructuració d'Ausubel (Asensio i Pol Méndez, 1996a) o bé la investigació com a eix didàctic (Bardavio i González Marcén, 2003). Aquestes perspectives deixen espai per a la interactivitat perquè, a través de la solució de problemàtiques concretes en què s'empren les fonts primàries a l'abast, els/les alumnes participen activament en la construcció de significats i adquireixen coneixement factual, metodològic i actitudinal que contribueix al desenvolupament d'estructures de pensament formal.

II.5.3.3.7.2.3. La interactivitat al museu

En el cas del museu, tal com hem vist en introduir el capítol dedicat als museus com a transmissors del coneixement arqueològic, la influència de les successives tendències educatives, juntament amb les exigències econòmiques i socials de la segona meitat del s. XX, van propiciar la modificació de les concepcions museològiques tradicionals: el museu deixava de ser un centre civilitzador, autoritari i exclusiu, i esdevenia un punt de trobada de perspectives diverses. Per acomplir aquest paper, la interactivitat va esdevenir un element essencial de l'exposició, percebut com a recurs necessari per millorar la comunicació (Heath i vom Lehn, 2002: 2; Santacana i Serrat, 2005: 262) i que ha acabat comportant –tal com es pot apreciar a la figura 69 – una profunda transformació de l'experiència museogràfica, que fins i tot té nom propi: la museografia didàctica interactiva. Sota aquest terme es reuneixen el conjunt de tècniques museogràfiques destinades a facilitar la relació activa entre el visitant i l'objecte (Santacana i Serrat, 2005: 258).

La interactivitat a l'exposició comporta un desplaçament des de...

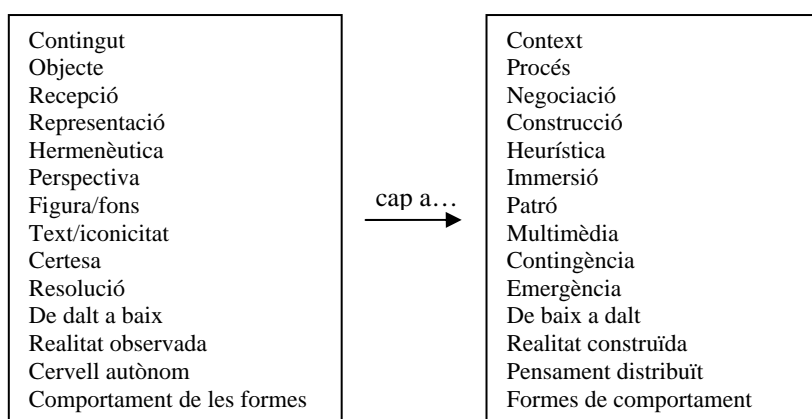


Figura 71: Comparació entre les exposicions tradicionals i “interactives” segons Roy Ascott (Ascott, 2002: 9).

Així doncs, la interactivitat implica que el museu i el/la visitant comparteixin un espai de consciència –l'exposició– en el qual treballen conjuntament per construir significats²³⁵ (Adams i Moussouri, 2002: 3; Ascott, 2002: 9; Asensio i Pol Méndez, 1997). Tal com afirma Josie Appleton (Appleton, 2002: 2),

“In the end, it is the direct engagement of the visitor by the museum what makes a museum experience something that we would call “interactive”. It is about a relationship between museum and visitor. Interactive exhibits bring the museum and the visitor together in a kind of structured process”.

Això trenca la tradicional percepció del museu –especialment els d'Art– com a institució autoritària i elitista que oferia experiències passives i avorrides i ajuda a atraure noves audiències, com ara les famílies, que hi veuen un lloc on tots hi poden aprendre i aportar nous elements segons les seves capacitats i interessos (Adams i Moussouri, 2002: 3, 5; Ascott, 2002: 1; Digger, 2002: 2). Per aquest motiu, la naturalesa de la interacció entre museu i visitant pot variar considerablement i ser física, emocional, social, intel·lectual o una combinació d'algunes d'elles (Santacana i Serrat, 2005: 258), tot i que, com veurem seguidament, en general, sempre s'acostuma a partir d'un element bàsic d'interacció física (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 91; Owen, 1999: 175).

Aquesta estratègia museogràfica, àmpliament desenvolupada en el món anglo-saxó, hi rep el nom de “hands-on” i constitueix l'exemple més representatiu de la manera com la interactivitat ha estat específicament desenvolupada en l'entorn del museu. Les *hands-on* es poden definir com aquelles activitats manipulatives –accions físiques–, immersives –en el sentit emocional– i participatives –fomenten i exigeixen l'intercanvi social– promogudes pel disseny de l'exposició amb l'objectiu de contribuir a la creació

²³⁵ Des d'aquest punt de vista, es pot considerar que, fins i tot els exemples més tradicionals comporten una interacció perquè el/la visitant també actua, en certa manera, sobre l'exposició: a diferència dels dissenys museogràfics actuals, que pretenen generar algunes accions físiques, en el cas del museu tradicional es tracta d'una interacció purament cognitiva, en què el/la visitant modifica parcialment el missatge transmès per l'exposició perquè hi aporta el seus propis interessos i bagatge cultural (Owen, 1999: 174).

d'una experiència significativa i intrínsecament motivadora (Adams i Moussouri, 2002: 2; Santacana i Serrat, 2005: 87). Tenint en compte aquestes característiques, són un recurs molt adequat per afavorir l'aprenentatge en un entorn informal caracteritzat per la importància de la dimensió social i la presència d'objectes: les *hands-on* permeten que, en lloc de limitar-se a una recepció purament intel·lectual, els/les visitants emprin tots els sentits per interactuar amb els recursos –tocar, manipular, expressar-se materialment, acomplir una tasca o resoldre una problemàtica– i amb les altres persones –discutir, expressar-se verbalment, cooperar i compartir punts de vista (Godfrey, 2002: 3; Santacana i Serrat, 2005: 86). Tal com han demostrat alguns estudis, la interactivitat pot no tenir cap efecte sobre els adults, però és especialment rellevant en el cas dels infants perquè desenvolupen les seves habilitats intel·lectuals i sensorials - motores –motivació; intensificació de la memòria; facilitació de l'establiment de relacions entre conceptes, que es fixaran com a elements inclusors i, per tant, ajudaran en la posterior integració de noves idees; reforçament de l'aprenentatge gràcies a la diversificació de la informació; estimulació de la imaginació; desenvolupament de la capacitat d'observació i resolució de problemes; exploració de les pròpies possibilitats– a través d'una interacció amb els objectes propers que, habitualment, pren la forma de joc (Adams i Moussouri, 2002: 11; Roussou, 2004c: 19; Santacana i Serrat, 2005: 87, 263). Precisament, aquesta és la fórmula que, com veïem a l'apartat dedicat a les característiques específiques de l'aprenentatge a l'exposició, han volgut reproduir els entorns educatius informals a través del concepte d' "*edutainment*".

En el cas concret dels museus d'arqueologia, ja existia una tradició, encoratjada pels propis arqueòlegs i arqueòlogues de fer que la gent toqués els objectes, però només com a contacte físic amb una relíquia del passat i no pas com a part d'un procés de descoberta personal. Aprofitant el component emotiu que implica la manipulació dels originals i la forta resposta social que això genera, les *hands-on activities* permeten que el públic no especialista s'adoni del caràcter interpretatiu de l'Arqueologia i li proporcionen eines per construir les seves pròpies idees sobre un tema (Owen, 1999: 175). Per això el públic acostuma valorar positivament les *hands-on*: si bé algunes persones es consideren "massa adultes per jugar-hi", en general contribueixen a fer que el tema sigui més accessible per tothom, els atorguen control sobre el seu aprenentatge i permeten que les famílies s'involucrin en una exploració compartida genuïna en què els pares i mares no se senten intimidats pel coneixement científic o els continguts artístics i, situats al mateix nivell d'autoritat que l'exposició, són capaços d'ajudar els seus fills i filles a comprendre i valorar el missatge expositiu (Adams i Moussouri, 2002: 3-5, 14). Malauradament, moltes vegades la interactivitat a través de les *hands-on activities* es limita a una simple manipulació d'objectes, negligint els processos cognitius que s'hi troben o haurien de trobar al darrera (Appleton, 2002: 2; Bradburne, 2002: 1).

Les causes d'aquesta assimilació són diverses. Per començar podem esmentar el fet general que només la interacció externa, física, és visible i, per tant, s'ha tendit a confondre el mitjà i la finalitat (Appleton, 2002: 2). Però la interactivitat física no és indispensable, i tant interactiu pot ser un cartell o un objecte com una aplicació multimèdia, perquè l'important és l'activitat mental que desencadenen. En això es basa la idea del "*minds-on*" i l'associació entre interactivitat i interpretació (Santacana i Serrat, 2005: 260). A més d'una qüestió estrictament relacionada amb la concepció de l'aprenentatge, darrera d'aquesta causa també s'hi amaga una raó més profunda de tipus social: com que la societat actual està cada cop més atomitzada i ha minvat el paper de les institucions socials com a mitjanceres en les relacions entre persones, aquest rol com

a element cohesionador l'han anat adoptant progressivament les institucions culturals, de manera que ara la interactivitat al museu és la forma de mostrar públicament aquesta participació en el fet cultural i, per tant la relació amb la resta de la societat (Appleton, 2002: 4-5). El problema sorgeix pel fet que, si l'important és mostrar aquesta vinculació social, llavors cal evidenciar externament la interactivitat, cal que sigui visible segons els models que el museu ha establert i les pautes que espera percebre i, al final, acaba esdevenint en una finalitat per ella mateixa: és més important el procés, la forma, l'evidència de l'intercanvi que no pas la substància, el contingut (Appleton, 2002: 6). Una altra raó, ara ja pensant en els museus d'Art i d'Arqueologia, és que la majoria creuen que la interactivitat és inherent al disseny museogràfic i, per aquest motiu, apliquen directament les estratègies dels museus científics i tècnics quan, en realitat, la interactivitat no es troba en el dispositiu sinó en un nivell anterior i més general: la concepció museològica del museu (Appleton, 2002: 1) i el domini de coneixement (Bradburne, 2002: 2) que, en el cas de les Ciències, presenta un format de tipus experimental i, conseqüentment, més físic i evident. Per tant, un museu de Ciència no és ni més ni menys interactiu que un museu d'Art o d'Arqueologia; tot depèn de la voluntat o la mentalitat que hi ha darrera el disseny i el paper que atorga al/a la visitant (Bradburne, 2002: 11).

La interactivitat, com vèiem, no és una propietat inherent a l'exposició –llavors es classificava en funció del tipus d'element que la propiciava–, sinó una actitud dels visitants. Per aquest motiu, una altra forma de catalogar la interactivitat al museu és establint un continu des d'una interacció tancada i passiva, estretament controlada o guiada per un agent instructor i en què el procés porta a conclusions predeterminades, fins a una de completament oberta i activa, en què cadascú obté una solució de manera independent²³⁶ (Owen, 1999: 175). L'associació de la interactivitat a la passivitat pot semblar un contrasentit perquè sempre s'ha presentat la primera com un alliberament per al públic dels museus però, en nombrosos casos, el disseny de l'exposició acaba ordenant fins al més mínim detall les conductes dels/de les visitants i limitant la seva activitat a un encadenament d'accions programades –ara prémer un botó, ara llegir un text, ara mirar un dibuix...– destinades a transmetre'ls un determinat missatge o, en el pitjor dels casos, a entretenir-los a través de les respostes desencadenades per les accions seves accions físiques. Tal com afirma Josie Appleton, que el museu guii els/les visitants no és negatiu –ben al contrari–, el problema es troba en el fet que el museu faci servir aquest sistema perquè depèn “psicosocialment” dels visitants i, en lloc de facilitar-los una exploració personal i significativa, els limita (Appleton, 2002: 7).

Això també és degut, en bona part, a les dificultats de conciliar la diversitat (del públic) i l'autoritat (dels/de les experts/es, representada al i pel museu). La transformació de l'exposició tradicional a través de la interactivitat ha portat el museu a una crisi d'identitat en què l'antic autoritarisme ha estat substituït per una mena d'esquizofrènia davant el fet que, d'una banda se li exigeix aquesta nova orientació però, de l'altra, si tothom pot aportar el seu punt de vista perquè tots són igualment vàlids, llavors el coneixement que presenta és totalment relatiu i, per tant, el museu, no té raó de ser com a institució culturitzadora (Appleton, 2002: 3). Estic d'acord amb

²³⁶ Els estudis realitzats en alguns museus han demostrat que cap d'aquests dos extrems no és adequat per l'entorn informal i, per aquest motiu, es proposa com a millor estratègia una barreja entre la descoberta guiada i la solució de problemes (Owen, 1999: 176) perquè així augmenta la motivació i alhora s'ofereix una guia per les persones que tenen pocs coneixements sobre un tema i necessiten una mínima base de conceptes inclusors.

l'autora que el relativisme absolut és ingenu i perillós (Appleton, 2002: 4). Aplicant-ho a l'àmbit que ens pertoca, els/les professionals de l'Arqueologia o dels museus són experts/es en la seva matèria i, per la seva funció social, tenen l'obligació de transmetre el coneixement que posseeixen. Però, alhora –i aquí rau la diferència amb els museus decimonònics– han d'explicitar la naturalesa interpretativa del coneixement arqueològic i proporcionar les eines per jutjar la seva i qualsevol altra interpretació. La qüestió és com facilitar i estimular aquesta construcció personal de coneixement sense caure en el perill d'una experiència fragmentària que confongui els/les visitants, especialment els/les menys experts/es.

Llavors, ¿com fer que una exposició veritablement interactiva –en el sentit que canvia com a conseqüència de l'activitat dels visitants– mantingui la coherència davant la gran diversitat del públic? James Bradburne proposa el joc i el llenguatge com a suports de l'aprenentatge informal que alhora maximitzen la varietat i la coherència. La raó és que (Bradburne, 2002: 4):

“Both are self-sustaining and self-organizing, and tend towards maximum variety at the same time as maximum coherence. Both constrain the user but at the same time unlock an infinite variety of structured activity”.

A primer cop d'ull, no deixa de sorprendre, que James Bradburne defensi el llenguatge, tant de temps considerat passiu, com a recurs capaç de desplegar una gran interactivitat. La resposta és que, examinant-ho en profunditat, ens adonem que el text *per se* no és ni actiu ni passiu, sinó que ho és el disseny global de l'exposició a què va associat i que determina el contingut del text. Només aquest activa o inactiva el visitant: per exemple, en els museus del s. XIX, els cartells establien una relació d'autoritat que obligava el/la visitant a acceptar passivament les (poques) informacions proporcionades; en canvi, els textos dels museus científics plantegen preguntes i proposen pistes per resoldre-les perquè es vol fer participar el públic de la metodologia pròpia del domini de coneixement. Una prova és l'estudi ja esmentat de Christian Heath i Dirk vom Lehn al *Victoria and Albert Museum* de Londres, que va demostrar, comparant un vídeo informatiu i un text sobre un mateix objecte, el primer convertia els/les visitants en simples televidents passius, mentre que el segon afavoria la discussió entre ells/elles en relació amb l'objecte (Heath i vom Lehn, 2002: 10).

El llenguatge també permet solucionar el problema del control excessiu dels/de les visitants plantejat per Josie Appleton en relació amb la interactivitat física. En aquest cas, ella proposava la pura contemplació dels objectes perquè ningú no pot intervenir a un nivell tan privat i intern (Appleton, 2002: 6). Però ha de tenir present que l'estratègia del museu tradicional atorga una falsa llibertat perquè el simple fet de posar un objecte i no un altre dins la vitrina o a l'espai interactiu ja està condicionant la percepció personal; i això, sense tenir en compte que la major part del públic no és, ni molt menys experta, en el tema i no pot apreciar aquell objecte de manera corresponent a les aspiracions del museu. Per tant, a mig camí entre el primer abandonament a la “llibertat” total i el paternalisme escolar subsegüent, cal trobar un camí que alhora eduqui però respecti la llibertat mental de les persones i deixi lloc a la impredecibilitat, a l'apropiació personal del missatge per part del/de la visitant.

A més del text i el joc o, precisament, integrant-los tots dos, jo proposaria els entorns virtuals i multimèdia com una altra possibilitat d'aconseguir reunir coherència i

interactivitat: la flexibilitat de la seva virtualitat obre una nova dimensió per explorar camins personals amb total llibertat. Malauradament, com ja hem vist a través de les conclusions dels estudis empírics sobre les variables lligades a l'entorn, els dispositius tecnològics presenten alguns inconvenients en el context de l'exposició i, per aquest motiu, cal seguir investigant per aconseguir adequar els diversos nivells de la seva interfície a la integració amb els altres dispositius i a la interacció social que es produeix al museu.

II.5.3.3.7.2.4. La interactivitat en els ordinadors

La interacció, aquella acció recíproca entre dos agents es pot produir amb l'entorn en general, amb una altra persona, amb una màquina o, fins i tot, entre elles: en aquests dos darrers casos estem atorgant implícitament una dimensió antròpica o social a la màquina i, com vèiem anteriorment, la seva capacitat qualitativa i quantitativa de resposta rebrà el nom d' "interactivitat". La interactivitat computacional ha estat definida com (Roussou, 2004c: 3):

"...the function of input required by the user while responding to the computer and the nature of the system's response to the input action."

Tal com hem vist en definir la RV des del punt de vista dels ordinadors, la interactivitat era inherent a aquests, perquè es van concebre com a màquines calculadores que permetien a l'usuari/ària manipular representacions de la realitat (Cadoz, 1995: 88-89; Tijus, 1995: 46). Això s'ha transmès a les diverses aplicacions que formen les TIC, amb la diferència que aquelles representacions eren alfanumèriques i ara posseeixen un component visual o icònic molt important. La interactivitat també es pot entendre des d'una perspectiva més filosòfica, com a mitjà pel qual s'actualitza el potencial contingut a la màquina, concretament a través del diàleg entre aquesta i la persona (Lévy, 1995: 38).

Juntament amb la immersivitat i el realisme gràfic, la interactivitat defineix la RV i contribueix a l'ergonomia que proporciona la sensació de realitat (Steuer, 1995). És per això que Philippe Coiffet (Coiffet, 1995: 37) l'anomena "realisme quantitatiu", en contraposició a la qualitat gràfica, que correspon al "realisme qualitatiu". La interactivitat designa la capacitat de participar en la modificació de la forma i/o el contingut d'un entorn virtual en temps real (Steuer, 1995: 46) i està definida per tres paràmetres: la velocitat de resposta, el rang de coses que es poden canviar i la naturalitat de la comunicació (Steuer, 1995: 47-48). Aquest darrer significa que la interactivitat pot ser més simbòlica –a través d'avatars o eines de comandament a la pantalla, és a dir, versió *software*– o més corporal –a través d'interfícies com els *Datagloves*, les cintes caminadores, els *HMD*, és a dir, versió *hardware*– però, en qualsevol cas, sempre parteix del principi bàsic de la percepció de la realitat com a procés actiu, és a dir, com a aprehensió d'aquesta en el sentit més literal del terme.

Així doncs, la interactivitat, com la RV, no és un concepte unívoc, sinó que està format per diversos "tipus" o tendències que es poden classificar segons la seva situació en un sistema format per dos eixos de mesura: la resposta del sistema i l'activitat de l'usuari/ària. El primer estableix una gradació des de la simple navegació pel món

virtual fins a la modificació o construcció d'aquest, passant per la manipulació²³⁷. La navegació es produeix gràcies al dinamisme; i la modificació, gràcies a la interactivitat. És important distingir entre l'un i l'altra, perquè pot haver-hi dinamisme sense *feedback* màquina - usuari/a però no pot haver-hi interactivitat sense el primer: en cas que no hi hagi intervenció de l'usuari/ària, haurem sortit fora de l'àmbit de la RV. Per això, exemples com els del Teatre Virtual no es poden considerar RV en el sentit estricte del terme. Les “animacions tridimensionals” mostrades en una pantalla, per exemple, sota la forma d'audiovisual o de reportatge, no proporcionen informació gaire diferent de la que transmet la televisió o un dibuix. L'altre eix de mesura es refereix a l'activitat de l'usuari/ària i es mou entre la purament sensorial - cognitiva, representada per la RV com a model de visualització i experimentació, i la purament sensorial - motora, representada pels simuladors d'entrenament d'astronautes.

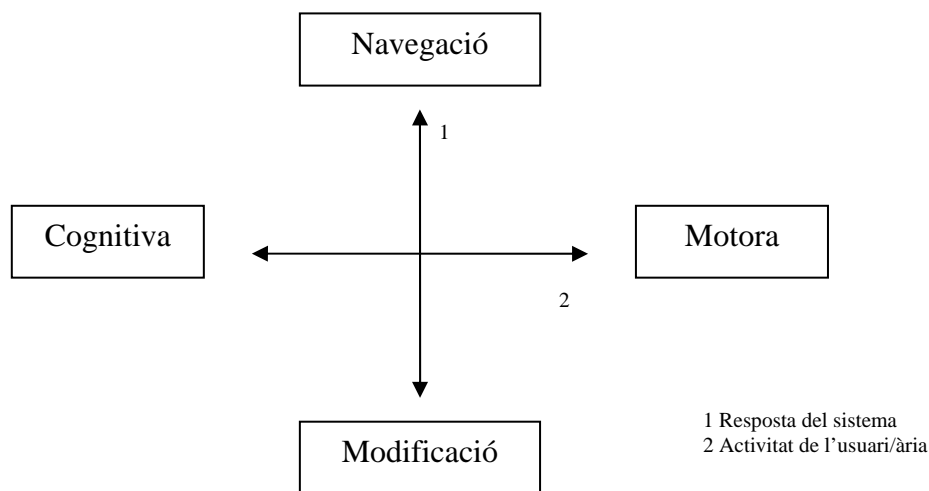


Figura 72: classificació de la interactivitat en funció del tipus de resposta del sistema i l'activitat de l'usuari/ària.

La interactivitat també caracteritza el Multimèdia, que és l'altre gran tipus d'aplicació habitual als museus, i per això també es pot incloure en aquest esquema. En aquest cas, designa l'exploració autocontrolada de diverses escales i nivells d'informació a través dels gairebé infinits camins permesos per la seva estructura hipertextual i es situaria en els dos quadrants corresponents a l'activitat cognitiva perquè la representació del coneixement inclou, a més de les imatges, text i vincles intel·lectuals i, per tant, tendeix a ser més abstracta i menys simulativa (Pujol, 2005a).

Els diferents projectes que duu a terme la *Foundation of the Hellenic World* (Pujol, 2005b; Roussou, 1999; 2002; 2004c: 15-18), una institució cultural amb seu a Atenes, sense ànim de lucre, que té com a objectiu la preservació i difusió de la cultura, la tradició i la memòria històrica gregues amb l'ajut de la tecnologia punta, ofereixen una mostra dels diferents tipus d'interactivitat i les seves aplicacions.

- “A Journey through Ancient Miletus” proposa una visita per l'antiga ciutat de l'Àsia Menor. La interactivitat pren la forma de navegació lliure per tal

²³⁷ Maria Roussou (Roussou, 2004c: 8; 2005a: 58) estableix una categorització molt semblant.

d'apreciar l'arquitectura i el paisatge des de diverses perspectives, així com practicar l'orientació i entendre el sentit de l'escala, la proporció i l'espai utilitzats per la cultura hel·lènica.

- “*The Magical World of Byzantine Costume*” repassa l'evolució del vestit a al llarg de 4000 anys. Aquest projecte és completament diferent de l'anterior perquè no es cerca una reconstrucció perfecta sinó que, com que complementa una exposició, vol mostrar al públic infantil la importància del vestit a través de la interacció. L'objectiu és, en el cas del període clàssic, vestir una dona per assistir a una processó religiosa; en el cas del període bizantí, trobar en el món virtual els objectes pertanyents a diferents escenes i tornar-los a la seva imatge corresponent per tal que Teodora i Constantí puguin sortir del palau en ocasió d'una celebració pública.
- “*Discovering Liquid Gold*”: Un altre cas que permet la manipulació és la reconstrucció d'elements tècnics o mecànics. En aquest cas, es tracta d'una premsa d'oli i es pot comprendre com funcionava tot accionant virtualment el mecanisme. Aquests exemples són molt útils per mostrar com treballa l'Arqueologia experimental.
- El següent exemple “*Olympic pottery puzzle*” és encara més manipulatiu perquè es tracta d'un programa per reconstruir vasos ceràmics. No només és interessant des del punta de vista pedagògic –perquè s'ha demostrat en diversos estudis l'eficàcia del “*learning-by-doing*”– sinó que s'apropa a la metodologia de l'Arqueologia perquè reproduïx una de les seves activitats. L'únic inconvenient és que normalment es presenta com un joc de moure peces, sense explicar els objectius científics d'aquest procés.

Tots aquests exemples mostren un rang de projectes que es pot desenvolupar en funció dels diferents tipus d'interactivitat: en un extrem tenim la de tipus “navegatiu”, relacionada amb la comprensió de l'espai; a l'altre, tenim la de tipus manipulatiu, centrada en els objectes i la seva comprensió; a mig camí, els exemples de funcionament de màquines, que combinen característiques de tots dos. És interessant tenir-ho en compte, juntament amb les característiques de l'entorn físic i del públic destinatari, a l'hora de decidir l'estil de RV més adequat. Malauradament, no hi ha cap exemple en què el públic general pugui canviar efectivament el món virtual: només se'n troben alguns exemples a Internet en entorns pensats expressament per ser construïts i que tenen més de fantàstics que d'Arqueològics o bé el poc valorat “*Meta-Museum*” (Kadobayashi, 1999; 2000), que permetia la validació d'hipòtesis sobre un jaciment.

L'evolució tecnològica de la RV està, aparentment, condicionada per una interacció entre el realisme i la interactivitat, en què ambdós s'estimulen o els limiten mútuament. Tot i que és cert que les característiques de qualsevol reconstrucció depenen en gran mesura del context tecnològic, en el cas de les aplicacions a l'Arqueologia no es tracta tant d'una qüestió tecnològica com de concepció de la disciplina: els esforços dels dissenyadors i les dissenyadores es centren en l'hiperrealisme il·lustratiu; si, en canvi, la simulació hagués estat l'objectiu principal, no es presentaria aquesta interacció com un problema perquè la recerca es dirigiria més aviat cap el realisme de les dades i no pas de les imatges. Aquesta afirmació queda demostrada pel desenvolupament recent de dues línies de desenvolupament gràfic, la “*Low Cost VR*” –en la versió original i la més

recent versió poblada— i el “*Non - Photorealistic Rendering*” (*NPR*), que presentaré a continuació per tal de comprendre quines són, en darrera instància, les seves implicacions en relació amb la definició de la RV i les seves aplicacions arqueològiques.

Tot i que encara no acaba de trobar la seva ubicació, la “*Low Cost VR*” es decanta per la interactivitat en detriment del realisme detallista. En treballs anteriors plantejava la possibilitat d’explorar el món dels videojocs perquè oferien molta interactivitat en primera persona sense necessitat d’un processador extremadament potent, ja que no s’havia d’invertir tanta energia en el realisme de la imatge. Les CAA2003 van confirmar les primeres passes en el desenvolupament de la “*Low Cost VR*” com a nou àmbit de recerca. Per exemple, M. Meister (Meister i Boss, 2003), seguint una línia més aviat tradicional, presentava passejades virtuals interactives destinades a l’educació i la recerca i accessibles a través d’Internet. Tot i que la concepció és similar als projectes vistos anteriorment²³⁸, presenta l’avantatge de tenir un pes molt inferior i, per tant, es facilita el seu accés i navegació a través de la xarxa. Però la línia més interessant és la representada per la recerca doctoral de Michael Anderson a Cambridge, que té com a objectiu avaluar el potencial de la “*Low Cost VR*” en comparació amb el que ell anomena “*Realistic RV*” (Anderson, 2003b). La seva flexibilitat, facilitat d’ús, accessibilitat i capacitat d’interacció en temps real el van portar a preguntar-se si podia aportar alguna cosa a l’Arqueologia. Per respondre aquesta pregunta va revisar el llenguatge de programació de diversos programes, en va triar un de concret segons uns criteris preestablerts i, seguint aquest exemple, va crear un model arqueològic per posar-ne a prova les capacitats. Els resultats obtinguts van demostrar que era ràpid de fer, el resultat era acceptable, era barat, pesava poc i, el que és més important, oferia un grau d’interactivitat més alt que qualsevol altra reconstrucció feta amb “*Realistic VR*”. I cal tenir en compte un altre factor important: que els jocs milloren la qualitat dels seus gràfics a major velocitat que cap altra aplicació virtual perquè, deixant de banda els projectes militars, és l’àmbit en què s’inverteixen més diners.

El treball d’Anderson demostra que per respondre segons quins problemes arqueològics no és necessari el realisme fotogràfic. I, per consegüent, que existeixen diferents tipus de RV, cadascuna aplicable a un entorn, objectiu, etc. diferent; però, en qualsevol cas, tots haurien de tenir un element comú, la interactivitat, perquè, si no, no es poden anomenar “realitat virtual” sinó que seran gràfics computeritzats o bé animats. I, encara podríem afegir que, en el cas de l’Arqueologia, si partim de la definició plantejada anteriorment, oposada a la concepció més artística - tradicional, el principal tipus que farem servir és aquell que l’entén com un model cognitiu o científic, segons he expressat en l’apartat sobre els fonaments teòrics per l’ús de la RV en Arqueologia.

L’aparició de la “*Low Cost VR*” en els congressos d’Arqueologia i RV és una mica anterior al treball de Michael Anderson i data de l’any 2000. Al VAST de l’any esmentat, David Arnold (Arnold, 2002) va presentar el “*Charismatic Project*” que, amb l’ajut dels avantatges que ofereix la “*Low Cost VR*”, tenia com a objectiu la creació senzilla i barata d’entorns interactius, i l’exploració de nous paradigmes comunicatius de cara a les experiències educatives (Arnold, 2002: 203-204). El plantejament d’aquest projecte parteix d’una doble crítica adreçada a les reconstruccions tradicionals:

²³⁸ Per seguir el mateix objectiu val més un acabat hiperrealista, perquè el resultat amb “*Low Cost VR*” es francament mediocre!

- Els models que es presenten són freds i buits (no hi ha persones). Els intents d'introduir persones virtuals en els entorns hiperrealistes habituals han estat incapaços d'oferir resultats mínimament convincents i, per això, en alguns museus s'ha optat per fer reconstruccions en viu (Arnold, 2002: 203).
- La modelització tradicional demana una inversió considerable de temps i de diners. Per això es van iniciar diversos projectes d'investigació –per exemple, a Rennes i al Regne Unit- sobre tècniques de generació ràpida d'entorns virtuals. L'inconvenient d'aquests projectes es que, com que es basaven en la fotografia aèria, només es podien aplicar a realitats existents quan, cada vegada, hi ha més demanda de reconstruccions virtuals arqueològiques, és a dir, sobre elements arquitectònics, etc. desapareguts o incomplets (Arnold, 2002: 204).

Tenint en compte tot això, la “*Low Cost VR*” es presenta com una sortida de futur perquè comporta un seguit d'avantatges fonamentals: des de la perspectiva general, és més barata i més interactiva; des de la perspectiva específica del projecte “*Charismatic*”, permet la creació ràpida de grans models, ofereix la possibilitat de poblar els entorns virtuals –mitjançant avatars– i posseeix una enorme capacitat interactiva, fins el punt de poder reproduir històries. En el fons, aquests tres punts ens remetent a diferents concepcions del passat. La primera correspon a l'homogeneïtzació quan es fan generalitzacions: el projecte “*Charismatic*” desenvolupa una tècnica que respon perfectament a les necessitats específiques de l'Arqueologia perquè ajuda a la recollida de dades sobre el terreny en qualsevol format i, a partir d'aquí, genera models hipotètics amb l'ajut d'una llibreria de components i prototipus arquitectònics juntament amb un Sistema Expert²³⁹ (Arnold, 2002: 204). Aquest *software* pot construir grans models de manera ràpida perquè es basa en l'estandardització dels grans volums i l'edició manual dels detalls (Arnold, 2002: 205). Més enllà dels avantatges purament tècnics, aquest fet conté un rerefons epistemològic: l'Arqueologia funciona així quan ha de representar grans espais o períodes de temps. Treballa molt bé al nivell de la descripció dels detalls, però les generalitzacions –imprescindibles quan volem fer explicacions sobre la dinàmica històrica– es basen en l'assumpció de l'homogeneïtat que, en el fons, és una premissa estadística típica. Aquesta és una concepció de la relació entre l'Arqueologia i la seva representació virtual totalment oposada a les reconstruccions hiperrealistes habituals però que, en canvi, s'apropa més al concepte de model per analitzar la realitat.

La segona concepció de la Història relacionada amb un avantatge de la “*Low Cost VR*” és la reconstrucció d'un passat deshumanitzat. Aquesta és la primera vegada que es planteja com a objectiu explícit la creació d'entorns poblats. I és possible perquè el potencial d'interactivitat de la “*Low Cost VR*” permet introduir “personatges” actius i no simples imatges per figurar, com havia estat el cas fins ara i que feien més nosa que servei perquè distreien de la comprensió del monument que, en el fons, sempre és l'objectiu de la reconstrucció. Les explicacions d'Arnold (Arnold, 2002: 206) deixen entreveure la concepció de la RV: es tracta de móns buits que ara cal “poblar” d'humans/es virtuals, la qual cosa demostra que les reconstruccions virtuals no es concebien, originalment, des d'una perspectiva humana. I això és així potser perquè les restes arqueològiques imposen aquesta concepció deshumanitzada del passat. L'Arqueologia treballa amb restes però no amb agents actius i ha acabat confonent el

²³⁹ Precisament el que Barceló planteja en un dels seus articles (Barceló, 2002b) com a base per fer un ús científic de la RV en Arqueologia.

mitjà d'anàlisi amb l'objectiu d'estudi. De totes maneres, aquesta RV no els acostuma a concebre com a agents històrics del passat sinó com a avatars dels usuaris presents; potser no serveix des d'un punt de vista científic, però sí com a interfície de comunicació, per tal de potenciar la interactivitat i, per tant, pot presentar una gran utilitat de cara a l'aprenentatge als museus²⁴⁰.

La tercera concepció és la de la Història com a narració d'anècdotes consecutives. Recentment, hi ha hagut un interès considerable a desenvolupar la RV com a entorn narratiu [(Pearce, 1997), citat a (Arnold, 2002)] i ha obtingut una resposta molt favorable per part del públic perquè se sent molt atret per la possibilitat de participar d'alguna manera en aquests món inventats i també perquè li interessa conèixer anècdotes sobre els seus avantpassats (Roussou, 2002: 99). Tornem a la reflexió que ja apuntava anteriorment: la narració és molt útil des del punt de vista pedagògic –tal com demostren les experiències d'aprenentatge amb la infància i també en societats àgrafes– i no l'hem de rebutjar en el context del museu; però cal deixar ben clar que aquest recurs no representa, al meu entendre, l'estatus epistemològic de la disciplina –la Història no és una successió d'anècdotes consecutives– i desaprofita la veritable interactivitat de la RV.

Recentment, alguns autors han començat a desenvolupar una nova línia de recerca, que podríem considerar com a evolució recent de la “*Low Cost VR*” i que respon a les dues darreres crítiques adreçades a les concepcions subjacents d'aquesta tecnologia. Com ja hem tractat extensament en parlar de l'ús de la RV des de la perspectiva de les tendències de pensament arqueològic postmodernes –per aquest motiu aquí només en faré un breu recordatori–, Erik Champion opina que les reconstruccions virtuals creades fins ara no aporten res a l'aprenentatge de les Ciències Històriques –ni des del punt de vista pedagògic ni des del punt de vista epistemològic– perquè són estàtiques i fotorealistes i proposa en els seus diversos escrits una aplicació basada en la idea de “presència cultural”, una noció adaptada a partir del concepte tecnològic de “presència” que ha integrat la voluntat d'ensenyar veritablement com era la vida en les societats del passat, en lloc de representar monuments buits. La manera d'aconseguir-ho és a través dels videojocs, perquè la seva interactivitat permet alhora mostrar la dinàmica del passat i aproximar-s'hi seguint una estratègia pedagògica adequada segons l'opinió de les darreres tendències educatives: els videojocs estan dissenyats per relacionar-se interactivament amb un espai en què hi ha altres agents socials i cal accomplir una tasca, que sovint implica la manipulació d'elements diversos i/o que es torna més complexa a mesura que passa el temps (Champion, 2002). Segons l'autor, a través de l'adopció d'un rol social específic –en el llenguatge dels videojocs correspondria a un conjunt de regles de comportament determinades per l'univers cultural representat– no només s'aprenen continguts factuais sobre el seu patrimoni tangible i intangible, sinó que, des del punt de vista actitudinal, això implica també la comprensió de l'alteritat i el fet que aquest procés d'aprenentatge surt reforçat pel component emotiu de l'empatia i de la gran fascinació que exerceixen els videojocs sobre els sectors més joves de la societat.

L'altra línia de desenvolupament és el “*Non-photorealistic rendering*” (NPR), una àrea relativament recent però molt activa dins els gràfics computacionals. El terme va

²⁴⁰ L'únic exemple d'introducció d'agents humans com a veritables protagonistes de la reconstrucció és la reconstrucció virtual dels jocs a l'antiga Olímpia, que es projecta actualment –setembre de 2005– en el CAVE de l'*Hellenic Cosmos* a Atenes com a complement de l'exposició temporal sobre els Jocs Olímpics moderns.

encunyar-se a la conferència internacional SIGGRAPH per distingir i agrupar en una sessió específica aquelles ponències dedicades a les formes alternatives d'expressió artística o interpretativa, oposades als projectes de recerca de tècniques fotorealistes (Durand, 2002: 112; Green, 1999: 2-2). Alguns autors (Durand, 2002: 111, 112; Green, 1999: 2-2) consideren que el terme és poc apropiat per diverses raons: en primer lloc, pel fet que engloba diferents objectius, tècniques i perspectives; en segon lloc perquè és absurd definir una cosa a través d'allò que no és; en tercer lloc perquè la distinció entre fotorealisme i no – fotorealisme és poc clara, especialment, perquè la pròpia noció de realisme és complexa de definir. En relació amb aquesta darrera qüestió, ¿com podem parlar de realisme quan moltes vegades l'objecte representat no existeix, com ara en Arqueologia, en què no podem comparar la imatge sintètica amb una realitat "objectiva"? Però, de moment, el terme "*NPR*" ha fet fortuna i també és possible que, a mesura que l'àmbit es desenvolupi, s'estableixi una terminologia més diversa i precisa. Sense anar més lluny, Frédo Durand proposa el concepte de "*computer depiction*", una noció més general que inclou tots els aspectes de la producció pictòrica per ordinador, molts dels quals són comuns tant al fotorealisme com al *NPR*, els quals es poden considerar instàncies específiques d'una problemàtica d'optimització més general (Durand, 2002: 112).

Pel que fa a l'origen conceptual del terme, de la mateixa manera que la pintura occidental, la fotografia o el cinema van evolucionar des de la cerca del màxim realisme cap a noves formes d'expressió més intel·lectuals o artístiques, l'àmbit dels gràfics computacionals també ha començat a assolir en els darrers anys un punt d'inflexió o de maduresa, a partir del qual l'objectiu principal ha transcendit la simple captació "objectiva" de la realitat i també inclou l'obtenció de tècniques per expressar continguts abstractes, ja sigui amb intencions purament artístiques –com en els primers projectes (Green, 1999: 2-3)– o bé per transmetre interpretacions científiques del món. Heus aquí una comparació entre les característiques del *NPR* i el fotorealisme, tal com la presenta Stuart Green (Green, 1999: 2-4):

	Fotorealisme	NPR
Aproximació	Simulació	Estilització
Característica	Objectiu	Subjectiu
Influències	Simulació de processos físics	Adopció de tècniques artístiques
Fidelitat	Precisa	Aproximada
Actitud	"Deshonesta", perquè convida a creure que és real	"Honest", perquè explicita el caràcter interpretatiu
Nivell de detall	Elevat	Flexible
Nivell de completesa	Complet	Incomplet
Adequació	Superfícies rígides	Fenòmens naturals i orgànics

Taula 18: comparació entre les característiques del *NPR* i el fotorealisme (Green, 1999).

La comparació de les respectives característiques porta a concloure que ambdós tipus de representació són adequats per a tasques diferents; és a dir, que contradiu la creença que el realisme visual absolut és sempre la millor eina comunicativa: en molts casos seria, fins i tot, perjudicial, com ara en els manuals de funcionament o de muntatge, en què només interessa ressaltar un tipus d'informació concreta –forma, estructura, etc.– i

la resta de dades icòniques farien nosa²⁴¹ (Durand, 2002: 111; Gooch i Gooch, 2001a: 10-11; 2001b: 8-16). És més, pensant en el cas concret que ens ocupa, el *NPR* presenta dos avantatges respecte dels models fotorealistes: mentre que aquests són extremadament pesats i només poden proporcionar un tipus de representació –la simulació idèntica de la realitat–, amb la qual cosa es limita el seu abast comunicatiu, el *NPR* admet una gran varietat d'estils i pot ser integrat molt fàcilment en un context immersiu i interactiu, amb la qual cosa es poden desenvolupar aplicacions més flexibles i, conseqüentment, amb una major incidència educativa.

Aquest avantatge també serveix per a l'Arqueologia, en l'àmbit de la recerca com en el de la difusió. En el primer cas, la disciplina ha treballat tradicionalment amb tècniques de representació allunyades del realisme visual, destinades a emfasitzar la interpretació: dibuix de ceràmica, de material lític, plantes i seccions... Si la recerca està més avesada a proposar interpretacions que no pas reproduccions de la realitat, com és que no es fan servir de cara a la divulgació? Segurament, les raons principals són dues. La primera, perquè es creu que el públic no ho entendreà i el realisme fotogràfic és una millor opció; en segon lloc, perquè la perspectiva de ser traslladat o traslladada al passat s'ha demostrat molt més atractiva i la disciplina necessita un mínim marketing per sobreviure. Tanmateix, s'han començat a realitzar alguns estudis experimentals que demostren que el *NPR*, que fins ara s'havia dedicat únicament a trobar efectes artístics, presenta avantatges a nivell cognitiu –especialment en relació amb la forma i l'estructura²⁴², la percepció espacial²⁴³ i la interpretació de les imatges²⁴⁴–, amb la qual cosa no només pot permetre d'explicar millor la dimensió abstracta de la reconstrucció sinó que ho faria transmetent la sensació del seu caràcter hipotètic.

El *NPR* s'ha desenvolupat durant prou anys com perquè ara es pugui començar a apreciar una tendència evolutiva. Les primeres aplicacions tenien una intenció artística i estaven centrades en el desenvolupament de tècniques pictòriques bidimensionals que reproduïssin digitalment les qualitats o efectes observats a les pintures reals; però més

²⁴¹ Recordem la taula que ordenava les representacions segons el seu grau d'iconicitat / abstracció a l'apartat sobre la "Relació entre objecte i representació" de la Semàntica de les imatges: el grau d'iconicitat ha de ser l'adequat per a la funció que ha d'acomplir la representació.

²⁴² Els estudis sobre percepció han demostrat que els contorns són ideals per comprendre la forma perquè distingeixen les diverses parts estructurals internes. Llavors el joc de llums i ombres hi afegeix la informació sobre les orientacions internes –la tridimensionalitat– i el tipus de material (Gooch i Gooch, 2001b). Això està força allunyat del fotorealisme que, preocupat per la versemblança visual, no reflectiria unes línies que no es veuen a la realitat. I, per això mateix, és molt possible que el *VH* no aconseguixi l'objectiu que proclama i la gent segueixi sense entendre el jaciment perquè la seva funció és molt més emotiva –vol ser una finestra al passat– que cognitiva.

²⁴³ Amy Gooch i Peter Willemsen van dur a terme un estudi (Gooch i Willemsen, 2002) amb el doble objectiu de començar a desenvolupar una metodologia d'avaluació del *NPR* i comprovar si podia proporcionar adequadament la sensació d'espacialitat, concretament, a través de la percepció de les distàncies absolutes egocèntriques en un entorn immersiu en què només es mostraven els contorns. Els resultats van demostrar que aquest tipus de representació proporcionava una idea molt aproximada de les distàncies relatives però també de les absolutes.

²⁴⁴ L'estudi d'Anthony Santella i Doug DeCarlo (Santella i DeCarlo, 2004) es va centrar en l'anàlisi dels moviments oculars per tal de comprendre com mirem les imatges i, d'aquesta manera, dissenyar-les de manera òptima, és a dir, decidir on és necessari mantenir el nivell de detall –de realisme– i on no. L'estudi partia de la premissa, extreta de la Psicologia cognitiva, que els moviments oculars no es fan a l'atzar sinó en funció de les parts més significatives de la imatges i que estan estretament lligats a la realització d'una tasca. Havent analitzat les activitats davant de diverses imatges, els autors van concloure que l'abstracció només és efectiva en els punts d'interès semàntic, és a dir, quan està associada a elements que la persona fa servir per interpretar la imatge i que, per tant li confereixen significativitat.

recentment s'han començat a crear programes que poden representar la tridimensionalitat i, fins i tot, admeten un cert nivell d'interactivitat (Gooch i Gooch, 2001a: 10-1; Green, 1999: 2-5). L'avantatge d'aquest nou paradigma és, segons els Gooch (Gooch i Gooch, 2001a: 10-1), que combina els avantatges comunicatius de les representacions més abstracta amb la possibilitat d'examinar els objectes des de diferents punts de vista, amb la qual cosa s'aporta més informació que en les imatges 2D. Mentrestant, els dissenyadors d'entorns virtuals comencen a implementar tècniques perquè les seves imatges no siguin tan fredes i "perfectes" (Gutiérrez, Serón *et al.*, 2004). És així com el *NPR*, d'una banda, i el fotorealisme i el CAD, de l'altra, estan convergint cap a un espai comú i amb això demostren que, tal com afirmen alguns autors (Durand, 2002: 111, 112), la seva delimitació ja és ambigua des dels orígens perquè, en el fons comparteixen o haurien de compartir la mateixa preocupació: proposar la representació més adequada de la realitat en funció de l'objectiu. Per aquest motiu Frédo Durand prefereix parlar de "*depiction*" com a terme general que inclou qualsevol creació icònica destinada a representar una escena real o imaginària (Durand, 2002: 111).

L'avantatge de la RV de cara a l'aprenentatge es basa, precisament, en la interactivitat, entesa com a forma més intuïtiva d'aproximació al coneixement. La idea és que, com més actiu i multisensorial és aquest contacte, més profund i durador és el coneixement adquirit. Això queda recollit en el con de l'experiència realitzat per Edgar Dale (Dale, 1969), que he adaptat de (A.A.D.D., 2004; Anderson, 2003a; Mallas, 1979: 299-300, 306) per al cas que ens ocupa i que he extret d'una intervenció pròpia en un congrés (Pujol, 2005a).

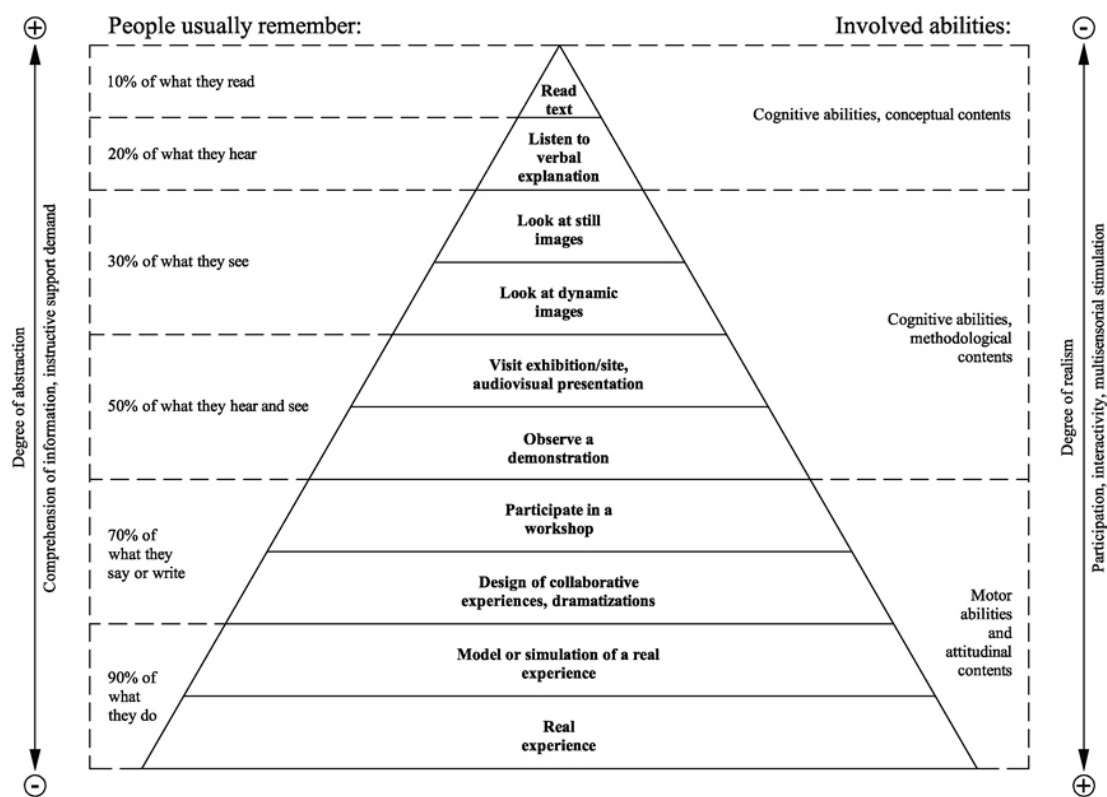


Figura 73: con de l'experiència d'Edgar Dale adaptat a la interactivitat al museu (Dale, 1969).

De totes maneres, ja hem vist que els resultats dels estudis no demostren de manera irrefutable, ni molt menys, la bondat de la interactivitat computacional per l'aprenentatge. Alguns estudis demostren que la interactivitat és molt motivadora i ajuda a comprendre conceptes abstractes, però d'altres també evidencien que la interactivitat computacional no és tan intuïtiva com semblava perquè algunes persones tenen problemes de transferència entre les representacions o bé no saben què fer davant un model virtual. Fins i tot, en alguns casos, la interactivitat no té absolutament cap efecte positiu o és negativa perquè els visitants interpreten o, més aviat, extreuen el missatge segons les seves concepcions prèvies (Adams i Moussouri, 2002: 4). Cal doncs, tenir present que la interactivitat per ella mateixa no és garantia d'aprenentatge (Adams i Moussouri, 2002: 13; Roussou, 2004c: 18) i cal realitzar més anàlisis específiques per aclarir l'aparent contradicció entre les evidències empíriques actuals i, sobretot per, tal com va fer Christine Byrne en el seu treball de recerca doctoral (Byrne, 1996), destriar el paper de la interactivitat entre d'altres factors influents, com ara el realisme i la immersivitat que, en la majoria de casos també es troben presents i poden estar esbiaixant els resultats.

II.5.3.3.7.2.5. La interactivitat computacional als museus d'Arqueologia

L'Arqueologia, si no parteix d'una concepció totalment artística, és una disciplina molt adequada per les noves estratègies museogràfiques, ja que la seva metodologia – explicació del passat a través d'un procés de descoberta guiat per l'anàlisi dels objectes – afavoreix l'ús d'aquest tipus d'aproximacions. En aquest marc, el text deixa de ser l'únic transmissor de coneixement i esdevé el punt de partida on es plantegen les preguntes a resoldre a través de diferents activitats, com ara reconstruir artefactes, classificar-los, comparar materials diferents, reproduir cadenes operatives, explorar un tema a través d'un Multimèdia, etc. (Owen, 1999: 178-179). Totes aquestes activitats es poden considerar interactives des del moment que hi ha una qüestió a resoldre i els objectes es converteixen en els elements clau per fer una visita explorativa que permetrà comprendre els conceptes històrics de manera emotiva, més que no pas purament intel·lectual, tal com s'escau a un entorn d'aprenentatge informal (Purkis, 1994: 177; Winterbotham, 1994: 175).

Algunes d'aquestes activitats es poden dur a terme a través d'una reconstrucció, mentre que en altres casos és millor treballar amb la realitat física. Però, en el cas que l'exposició s'hagi realitzat a partir d'una concepció tradicional de l'Arqueologia, les TIC poden ser de gran utilitat perquè es pot mantenir l'aproximació re-constructiva sense actuar directament sobre els originals. La interactivitat de tipus computacional o "*high-tech*" és una altra forma de superar la concepció purament artística o transmissiva de les disciplines històriques; però les seves característiques específiques la doten d'un potencial que, fins i tot, ha arribat a afectar els fins ara inabastables museus d'art. Tota la seva força prové, precisament, de la virtualitat, que desmaterialitza l'obra d'art o, més aviat, la virtualitza –en el sentit atorgat per Pierre Lévy– i permet la seva manipulació, la seva actualització infinita, amb la qual cosa deixa de ser objecte acabat i esdevé acte o procés (Welger-Barboza, 2001: 230). Amb la virtualitat es trenca la perspectiva fixa de l'obra pictòrica i també es difumina la discontinuïtat entre aquesta i l'observador/a que, a partir d'ara, podrà entrar en la imatge per modificar-ne el punt de vista (Welger-Barboza, 2001: 232-236). És així com, fins i tot en el museu d'art, la persona abandona el seu paper d'espectadora limitada al gaudi estètic determinat per l'autor/a i pot adoptar

diferents enfocaments amb els quals construir diferents discursos. I, en aquest acte, s'integra realment a l'exposició perquè esdevé alhora subjecte i interfície (Welger-Barboza, 2001: 240-242).

Tanmateix, hi ha qui creu, com Andrea Zifferero (Zifferero, 1999: 416), que la interactivitat no és adequada per les disciplines abstractes com les Ciències Socials i que s'escau més per les disciplines experimentals. Aquesta afirmació constitueix un exemple de la concepció motora de la interactivitat i serveix per introduir la resposta a la pregunta inicial: la interactivitat tecnològica influirà en els museus en funció, per ordre d'importància, de les concepcions de la disciplina, del museu i de la pròpia tecnologia. Actualment, aquesta es caracteritza per una resposta de tipus navegatiu i una implicació sensorial - motora per part de l'usuari/ària, és a dir, que consisteix en prémer botons per desencadenar respostes de la màquina. Aquesta és una concepció purament motora de la interactivitat i té el seu origen tant en la concepció conductista de l'aprenentatge (Asensio i Pol Méndez, 1996b: 18) com en una mala aplicació de les teories de l'ensenyament actiu de Piaget, que van acabar portant a un "activisme" buit, en el qual l'èxit del procés es mesurava per les activitats físiques visibles (Trepal i Alcoberro, 1994: 32). En paraules de Juan Ignacio Pozo, Mikel Asensio i Mario Carretero (Pozo, Asensio *et al.*, 1989: 219):

“En este caso, se confunden las actividades de aprendizaje (parte observable de la estrategia de enseñanza) con los procesos psicológicos internos que dan lugar efectivamente a ese aprendizaje. Lo que es y debe ser activo es el proceso de aprendizaje, los procesos psicológicos desplegados por el alumno, pero no necesariamente ha de ser “activa” también la estrategia de enseñanza utilizada para poner en funcionamiento dichos procesos.”

Així doncs, per aconseguir un aprenentatge veritablement significatiu, la interactivitat ha de ser de tipus cognitiu, ha de consistir en la formació d'un espai de construcció del propi coneixement que permeti l'activació de tres tipus de continguts: un conjunt de conceptes que s'estructuren en xarxes superiors fins a conformar teories temàtiques; un conjunt de regles que es compilen en sistemes estratègics i generen procediments d'acció; i, finalment, un conjunt d'actituds que acabaran donant lloc a afectes i emocions (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 96). Cadascuna d'aquestes categories té les seves pròpies normes de funcionament, però totes tres s'uneixen per donar lloc a l'aprenentatge i, per tant, la interacció entre exposició i visitant només serà possible en la mesura que les previsions de l'exposició s'adeqüin a les possibilitats d'activació del/de la visitant (Asensio i Pol Méndez, 1996a: 98). Així doncs, l'exposició no ha de ser un vehicle de comunicació unidireccional sinó un espai de desenvolupament de les pròpies habilitats (Asensio i Pol Méndez, 1997: 38).

L'objectiu d'aquesta secció era reflexionar sobre la manera com la introducció de la interactivitat està afectant l'experiència tradicional al museu des del punt de vista de l'aprenentatge. Sembla clar que les TIC són adequades per l'aprenentatge i, fins i tot, com hem vist anteriorment a l'apartat sobre La RV i els paradigmes psicopedagògics, alguns autors (Vera, 2004: 60) parlen de l'adveniment d'un nou paradigma educatiu, l'Holiconstructivisme, caracteritzat pel fet que ha estat capaç d'integrar, gràcies a la seva virtualitat interactiva, les necessitats de l'aprenentatge significatiu individual amb una dimensió social més àmplia. En altres paraules, que ha unit el sistema de comunicació de masses amb la flexibilitat de la interactivitat i la personalització. Però,

com ja comentava a les conclusions dels estudis empírics, cal comprendre quina és la seva contribució específica. Les conclusions dels estudis empírics i de la comparació entre l'aula, el museu i els ordinadors ens mostren que, tot i que comparteixen un mateix concepte teòric, la interactivitat, el seu significat no és exactament el mateix en cada àmbit: en l'aprenentatge formal, parlem d'interacció a diferents nivells, amb els materials i amb altres agents humans per tal de construir significats; en el context de l'exposició, l'èmfasi es posa en els aspectes més socials i afectius; mentre que l'interactivitat computacional constitueix un tipus específic de sistema comunicatiu – orientat a un objectiu concret i limitat a un/a únic/a usuari/ària– que no s'adequa a la complexitat de les interaccions humanes amb l'entorn (Heath i vom Lehn, 2002: 11) i, fins i tot, les desnaturalitza, perquè modifica la nostra relació habitual directa a través del cos, permet l'asincronia i altera la percepció de l'espai i el temps (Heeter, 2000).

Probablement, la voluntat d'integrar les TIC en els entorns d'aprenentatge però també les dificultats que això comporta provenen del fet que el concepte d'interactivitat inclou diferents tipus d'activitat, recursos expositius, aplicacions, formes de participació i comunicació que segurament impliquen tipus d'aprenentatge diferents (Heath i vom Lehn, 2002: 6, 11). Des d'aquest punt de vista, les TIC aconsegueixen un seguit de factors necessaris (Adams i Moussouri, 2002: 11) com són el control, la participació, la construcció de coneixement però, en canvi, tenen molts problemes amb aquelles que es troben especialment presents o són especialment desitjables en el cas del museu: la multisensorialitat, el funcionament transparent i la dimensió social. La principal conseqüència és que els/les visitants utilitzen els dispositius com poden i això, normalment, no coincideix amb el propòsit original del disseny; per tant, sembla clar que el model actual de TIC i el de l'exposició no coincideixen i s'han d'adaptar l'un a l'altre si els museus no volen seguir malgastant els diners en recursos que no van més enllà de l'atracció frívola. Però, en aquest sentit, cal tenir en compte que, en bona part, el tipus d'interfície tampoc es canvia perquè el paradigma computacional ja s'escau a la concepció del públic com a visitant individual que manté una íntima trobada estètica amb els objectes que encara arrossega el museu (Heath i vom Lehn, 2002: 11, 13). Cal tenir molt present que el museu és un entorn necessàriament social (Adams i Moussouri, 2002: 16; Heath i vom Lehn, 2002: 13) i que la tecnologia no és un fi, sinó un mitjà, un tipus específic de mediador comunicatiu caracteritzat pel fet de proporcionar representacions intangibles que posseeixen de manera inherent un tipus específic d'interactivitat. Amb la introducció de les TIC cal ser molt conscient que ara la interactivitat està relacionada amb les funcions que sorgeixen de la intersecció de tres factors: el tecnològic, representat per les característiques específiques de la màquina; el cognitiu, representat per la reflexió crítica i la modificació de les estructures de pensament a partir d'un domini de coneixement concret; i el social, representat per la interacció entre persones dins l'entorn comunicatiu tan complex que és l'exposició.

II.6. Bibliografia

A.A.D.D. (2003a). Enciclopedia Encarta. Microsoft Corporation. Enciclopèdia Multimèdia.

A.A.D.D. (2003b). An explanation of Presence. International Society for Presence Research. WWW: <http://www.ispr.info>. (8-12-2003).

A.A.D.D. (2004). Interpretation of Edgar Dale's Cone of Experience. Florida State University. Internet: <http://www.fsu.edu/~ids/fac2002/Edgar%20Dale.htm>. (21/08/04).

A.D. (1992). Press release. Dimension International. Berkshire.

A.D. (1998a). Learning Styles. Museums, Libraries and Archives. Arxiu Flash: www.inspiringlearningforall.gov.uk. (17/06/04).

A.D. (1998b). More about the Generic Learning Outcomes. Museums, Libraries and Archives. document pdf: www.inspiringlearningforall.gov.uk. (17/06/04).

A.D. (2002). Virtual Reality aid for schizophrenia. BBC News Online, Health: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/2066973.stm>.

A.D. (2004a). Information About Personality Types. BSM Consulting. Internet: www.personalitypage.com. (20-11-2003).

A.D. (2004b). Unidad 2: La concepción del entorno sociofísico. Universitat de Barcelona. Apunts de l'assignatura Psicologia ambiental: www.ub.es/dppss/psicamb/intr20.htm. (09/03/2004).

A.D. (2005). Constructivist theory (J. Bruner). Internet: <http://tip.psychology.org/bruner.html>. (4-2-2005).

Adams, M. i Moussouri, T. (2002). The interactive experience: linking research and practice. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Ainsworth, S. (1999). "The functions of multiple representations." Computers & Education 33: 131-152.

Ainsworth, S., Wood, D., *et al.* (1996). Co-ordinating multiple representations in computer based learning environments. Proceedings of the European conference of artificial intelligence in education. Brna, P., Paiva, A. i Self, J. Lisboa, Edições Colibri: 336-342.

Alcalde, G. (1992). La difusió de l'Arqueologia mitjançant els museus arqueològics. Avaluació dels visitants dels museus arqueològics de Catalunya i anàlisi dels conceptes que aquests museus transmeten al públic. Tesi doctoral. Geografia, Història i Història de l'Art, Universitat de Girona. Girona.

Alessi, S. M. (1988). "Fidelity in the design of instructional simulations." Journal of Computer-Based Instruction 15: 40-47.

Allen, G. L., Siegel, A. W., *et al.* (1978). "The role of perceptual context in structuring spatial knowledge." Journal of Experimental Psychology; Human Learning and Memory 4(6): 617-630.

Alonso, M. i Matilla, L. (1997). Imágenes en acción. Análisis y práctica de la expresión audiovisual en la escuela activa. El mochuelo pensativo. Madrid, Ediciones Akal.

Alzúa-Sorzábal, A., Linaza, M. T., *et al.* (2005). Interface evaluation for Cultural Heritage applications: the case of FERRUM exhibition. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 122-128.

Ancona, M., Doderò, G., *et al.* (2002). Exploiting Wireless Networks for Virtual Archaeology: the Past Project. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 195-200.

Anderson, H. M. (2003a). Dale's Cone of Experience. Universitat de Kentucky. Internet:
<http://www.mc.uky.edu/pharmacy/edinnovation/pdf/Step%20Dales%20Cone.pdf>.
(21/08/04).

Anderson, M. (2003b). Computer Games and Archaeological Reconstruction: The Low Cost VR. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Goriany, M. Viena, CAA2003: en premsa.

Anderson, M. (2004). Computer Games and Archaeological Reconstruction: The Low Cost VR. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series 1227: 521-524.

Anderson, R. J. (1983). The architecture of cognition. Cognitive Science Series, 5, Harvard University Press.

Androutsopoulos, I., Dimitromanolaki, A., *et al.* (2000). Generating Multilingual Personalized Descriptions of Museum Exhibits: The M-PIRO Project. Computing Archaeology for Understanding the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2000. Stancic, Z. i Veljanovski, T. Oxford, Archaeopress: 233-240.

Antonietti, A. i Cantoia, M. (2000). "To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality." Computers & Education 34(3/4): 213-223.

Antonietti, A., Imperio, E., *et al.* (2001). "Virtual reality and hypermedia in learning to use a turning lathe." Journal of Computer Assisted Learning 17: 142-155.

Appleton, J. (2002). Interactivity in context. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Aquilué, X., Bases, T., *et al.* (2002). Projecte de restitució virtual de la ciutat grega d'Emporion (Empúries, l'Escala). II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 285-291.

Arnheim, R. (1986). El pensamiento visual. Estética, 7. Barcelona, Paidós.

Arnheim, R. (1987). Arte y percepción visual. Psicología de la visión creadora. Buenos Aires, Editorial universitaria de Buenos Aires.

Arnold, D. (2002). Economic Reconstructions of Populated Environments: Progress with the Charismatic Project. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 203-207.

Ascott, R. (2002). Interactive Art. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Asensio, M. (1986). "El aprendizaje del tiempo histórico." Historia 16 127(novembre): 120-121.

Asensio, M. (1993). "Secuenciación del aprendizaje del conocimiento histórico." Aula 10(gener): 15-22.

Asensio, M., Carretero, M., *et al.* (1986). "La comprensión de la Historia. Pensamiento relativista." Cuadernos de Pedagogía 133: 24-27.

Asensio, M., García Blanco, A., *et al.* (1993). "Evaluación cognitiva de la exposición "Los Bronces Romanos en España": dimensiones ambientales, comunicativas y comprensivas." Boletín de ANABAD 43(3-4): 215-255.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1996a). Cuando la mente va al museo: un enfoque cognitivo-receptivo de los estudios de público. IX Jornadas estatales DEAC-Museos: La exposición. Jaén, Diputación provincial: 83-133.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1996b). "¿Siguen siendo los dioramas una alternativa efectiva de montaje?" Revista de museología 8(julio): 11-20.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1997). "Objetos por el amor inanimados: de la contemplación al entendimiento." AMBAR. Revista de la Asociación de Amigos del Museo de Bellas Artes de Vitoria 6: 26-41.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1998). "La comprensión de los contenidos del museo." Iber 15: 15-30.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2001). Planificación en museología: el caso del Museu Marítim de Barcelona. Manuals Museu Marítim. Barcelona, Museu Marítim.

- Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2003a). "Aprender en el museo." Iber 36(abril 2003): 62-77.
- Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2003b). "Educar a través del patrimonio: Cancho Roano, el edificio más antiguo de la península." Aula de... 126: 12-15.
- Aslin, R. N., Pisoni, D. P., *et al.* (1983). Auditory development and speech perception in infancy. Handbook of Child Psychology: Infancy and Developmental Psychobiology. Haith, M. M. i Campos, J. J. New York, Wiley.
- Bailey, S. S. (1994). "Creating a virtual reality as a perceptual equivalence for training." Educational Media International 31(4): 221-223.
- Bakker, G. (2005). The ontology of 3D digital reconstruction. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 629.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: the exercise of control. Nova york, W. H. Freeman & Co.
- Barberà, E. i Monereo, C. (2002). Diseño instruccional de las estrategias de aprendizaje en entornos educativos no-formales. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 295-308.
- Barceló, J. A. (2000). Visualizing what might be: an introduction to virtual reality techniques in Archaeology. Virtual reality in Archaeology. Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.
- Barceló, J. A. (2001). "Virtual Reality for Archaeological Explanation. Beyond Picturesque Reconstruction." Archeologia e Calcolatori 12: 221-244.
- Barceló, J. A. (2002a). Archaeological thinking: between space and time. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 237-257.
- Barceló, J. A. (2002b). Virtual Archaeology and Artificial Intelligence. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 21-28.
- Barceló, J. A. i Pallarès, M. (1998). "Beyond GIS: The archaeology of social spaces." Archeologia e calcolatori 9: 47-80.
- Bardavio, T. (2004). Aprenentatge, Museus, Realitat Virtual. Sant Cugat del Vallès. Conversa: 6-2-2004.

Bardavio, T. i González Marcén, P. (2003). Objetos en el tiempo. Las fuentes materiales en la enseñanza de las Ciencias Sociales. Cuadernos de Formación del profesorado. Educación secundaria, 18. Barcelona, Editorial Horsori.

Bateson, G. (1972). Steps to an ecology of mind. Chicago, The University of Chicago Press.

Baxter, J. H. i Preece, P. F. W. (1999). "Interactive multimedia and concrete three-dimensional modelling." Journal of Computer Assisted Learning 15: 323-331.

Beex, W. i Peterson, J. (2004). The Arminghall Henge in space and time: how Virtual Reality contributes to research on its orientation. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 490-493.

Belaën, F. (2003). L'immersion au service des musées de sciences. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Beltrán, J., García Alcañiz, E., *et al.* (1987). Psicología de la educación. Madrid, Ediciones de la Universidad Complutense.

Bertuglia, C. S. (1999). L'introduzioni di elementi di virtualità in campo museale. Il museo tra reale e virtuale. Bertuglia, C. S., Bertuglia, F. i Magnaghi, A. Roma, Editori Riuniti: 147-168.

Bettetini, G. (1991). La simulazione visiva. Inganno, finzione, poesia, computer graphics. Milan, Bompiani.

Biederman, I. (1972). "Perceiving real world scenes." Science 177(1043): 77-80.

Biederman, I., Glass, A. L., *et al.* (1973). "Searching for objects in real world scenes." Journal of Experimental Psychology 97(1): 22-27.

Bigge, M. L. i Hunt, M. P. (1973). Bases psicológicas de la educación. Mèxic, Editorial Trillas.

Biocca, F. i Levy, M. R. (1995a). Communication Applications of Virtual Reality. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 127-155.

Biocca, F. i Levy, M. R. (1995b). Virtual Reality as a communication system. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 15-31.

Biosca, E., Cantarell, E., *et al.* (2002). "Reconstruyendo el pasado. Enseñar con tecnologías de realidad virtual." Iber 31(gener 2002): 103-111.

Bitgood, S. (1990). The role of simulated immersion in exhibition. Center for Social Design. Jacksonville. cita.

Blanckholm, P. (2002). Curs de GIS. Bellaterra, UAB.

Blanco, F. i Travieso, D. (1999). Procesamiento básico de la visión. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 235-266.

Blanco Martín, C. J. (2004). Diccionario Crítico de Ciencias Sociales. Percepción. Universidad Complutense de Madrid. Internet: www.ucm.es/info/eurotheo/diccionario/P/percepcion.htm. (09/03/2004).

Bloom, A. (1981). The linguistic shaping of thought: A study in the impact of language on thinking in China and the West, Lawrence Erlbaum Associates.

Bonfigli, M. E., Forte, M., *et al.* (2004). The Aksum Project: a VReality GIS for a 3D inclusive interaction with an archaeological landscape. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 537-540.

Bonfigli, M. E. i Guidazzoli, A. (2000). A www virtual museum for improving the knowledge of the history of a city. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress: CD-ROM.

Bonfigli, M. E., Guidazzoli, A., *et al.* (2002). From Museum to Mouseum. The Virtualisation of Daily Museums. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 213-215.

Bradburne, J. M. (2002). Museums and their languages: is interactivity different for fine art as opposed to design? Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Bricken, M. i Byrne, C. M. (1993). Summer Students in Virtual Reality. A Pilot Study on Education Applications of Virtual Reality Technology. Virtual Reality. Applications and Explorations. Wexelblat, A. Boston, Academic Press Professional: 199-217.

Brosnan, M. J. (1998). "The impact of computer anxiety and self-efficacy upon performance." Journal of Computer Assisted Learning 14: 223-234.

Bruce, V., Green, P. R., *et al.* (2003). Visual perception. Physiology, psychology and ecology. New York, Psychology Press.

Bruner, J. (1984). Acción, pensamiento y lenguaje. Psicología. Madrid, Alianza.

Burdea, G. i Coiffet, P. (1993). La Réalité Virtuelle. Paris, Hermes.

Burenhult, G., Ed. (2002). Archaeological Informatics: Pushing the Envelope. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2001. BAR International Series. Oxford, Archaeopress.

Burney, J. (2000). Abra los ojos. M-Real. revista digital: www.m-real.com/v2/press_club/b_colour_spanish_article_02.asp. (09/03/04).

Byrne, C. M. (1996). Water on tap: the use of Virtual Reality as an educational tool. Tesi doctoral. College of Education, University of Washington. Seattle: <http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne>.

Cabero, J., Ed. (1999). Tecnología educativa. Didáctica y organización escolar. Madrid, Editorial Síntesis.

Cadaugade, C. (1995). Informatique et apprentissages. L'enfant et les mondes virtuels. Lesourd, S. Paris, GRAPE. 22: 53-61.

Cadoz, C. (1995). Las realidades virtuales. Una exposición para comprender, un ensayo para reflexionar. Dominó. Madrid, Debate.

Calabrese, O. (1985). Il linguaggio dell'arte. Milà, Bompiani.

Callebaut, D. (2002). The Experiences of the Ename 974 Project with New Media: Where and How to do Virtual Reality and Interactivity Fit in? Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 179-185.

Calvert, S. L. (1999). Children's journeys through the information age. Boston, McGraw Hill.

Calvert, S. L. (2002). The social impact of Virtual Reality. Georgetown University. Internet: <http://vehand.eugr.ucf.edu/handbook/Chapters/chapter38.pdf>. (15-7-2004).

Calvert, S. L. i Tan, S. L. (1994). "Impact of virtual reality on young adults' physiological arousal and aggressive thoughts: interaction versus observation." Journal of Applied Developmental Psychology 15: 125-139.

Campo, P. (2003). Computer... what for? Virtuality vs Reality in Archaeology. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Goriany, M. Viena, CAA2003: en premsa.

Carey, J. M. i Kacmar, C. J. (1997). "The impact of communication mode and task complexity on small group performance and member satisfaction." Computers in Human Behavior 13(1): 23-49.

Carreiras, M. (1992). Mapas cognitivos y orientación espacial. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 375-401.

Casey, V. (2003). The museum effect: gazing from object to performance in the contemporary cultural-history museum. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Chalmers, A. i Debattista, K. (2005). Investigating the structural validity of virtual reconstructions of prehistoric maltese temples. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 107-112.

Champion, E. (2002). Cultural engagement in Virtual Heritage environments with inbuilt interactive evaluation mechanisms. Proceedings of the Fifth Annual International Workshop. PRESENCE 2002. Porto, Portugal.

Champion, E. (2003). Applying game design theory to Virtual Heritage environments. Graphite. Annual Conference. Melbourne.

Champion, E. (2005a). Interactive Emergent History as a Cultural Turing Test. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Short & Project Papers Proceedings. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 120-125.

Champion, E. (2005b). Place, space and monkey brains: cognitive mapping in games and other media. DIGRA International Conference. Changing worlds: worlds in play. Vancouver, Digita Games Research Association.

Chan Lin, L. (2001). "Formats and prior knowledge on learning in a computer-based lesson." Journal of Computer Assisted Learning 17: 409-419.

Chiu, C. H. (2002). "The effects of collaborative teamwork on secondary science." Journal of Computer Assisted Learning 18: 262-271.

Chou, S. i Liu, C. (2005). "Learning effectiveness in a Web-based virtual learning environment: a learner control perspective." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 65.

Clariana, M. (1994). L'estudiant de secundària: què en sabem? Barcelona, Barcanova.

Coiffet, P. (1995). Mondes Imaginaires. Les arcanes de la réalité virtuelle. Paris, Hermès.

Coldevin, G. (1993). "Influence of instructional control and learner characteristics on factual recall and procedural learning from interactive video." Canadian Journal of Educational Communication 22(2): 113-130.

Coll, C. (2001). Concepcions y tendencias actuales en psicología de la educación. Desarrollo psicológico y educación. Coll, C., Palacios, J. i Marchesi, A. Madrid, Alianza Editorial. 2: 29-64.

Coll, C., Gómez Alemany, I., *et al.* (1997). Psicologia de la instrucció. Barcelona, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya.

Coombs, N. (1993). "Global empowerment of impaired learners." Educational Media International 30(1): 23-25.

Cooper, G. (1997). Is virtual reality leading to an epidemic of shyness? The Independent. Londres.

Coren, S., Ward, L. M., *et al.* (2001). Sensación y percepción. Mèxic, D. F., McGraw Hill.

Couchot, E. (1989). La synthèse du temps. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 117-122.

Couture, M. (2004). "Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory." Journal of Computer Assisted Learning 20(1): 40-49.

Craig, J. C. (1999). Somesthesia. Annual Review of Psychology. Versió electrònica: <http://www.findarticles.com>.

Craik, F. I. M. i Watkins, M. J. (1973). "The role of rehearsal in short-term memory." Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 12: 599-607.

Crespo, A. (1999). Organización perceptual y reconocimiento visual del objeto. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 339-378.

Csikszentmihályi, M. i Hermanson, K. (1995). "Intrinsic Motivation in Museums. What Makes Visitors Want to Learn." Museum News 74(3): 35-62.

Cuenca, J. M. (2001). "Los juegos informáticos de simulación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias sociales." Iber 30(octubre 2001): 69-81.

Daitz, E. (1966). The picture theory of meaning. Essays in conceptual analysis. Flew, A. Londres, Macmillan.

Dale, E. (1969). Audiovisual Methods in Teaching. New York, Holt, Rinehart & Winston.

de Jong, T. i van der Hulst, A. (2002). "The effects of graphical overviews on knowledge acquisition in hypertext." Journal of Computer Assisted Learning 18: 219-231.

de Vega, M. (1992). Representaciones mentales: paradojas, debates y soluciones. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 263-302.

del Pino González, L. M. (1995). Realidad Virtual. Madrid, Paraninfo.

Deloche, B. (2001). Le musée virtuel. Questions actuelles. Paris, Presses Universitaires de France.

Dember, W. N. i Warm, J. S. (1990). Psicología de la percepción. Psicología. Madrid, Alianza Editorial.

Deregowski, J. B. (1974). Pictorial perception and culture. Image, Object, and Illusion. Freeman, W. H. San Francisco.

Desautels, J. i Larochelle, M. (1989). Qu'est-ce que le savoir scientifique? Points de vue d'adolescents et d'adolescentes. Quebec et Ottawa, Les Presses de l'Université Laval.

Dewey, J. (1966). Democracy and education. Nova York, Free Press.

Di Blas, N., Gobbo, E., *et al.* (2005a). 3D Worlds and Cultural Heritage: Realism vs. Virtual Presence. Museums and the Web 2005. Bearman, D. i Trant, J. Vancouver, Canada.

Di Blas, N., Gobbo, E., *et al.* (2005b). 3D Worlds for education: cooperation and virtual presence. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 375-384.

Digger, J. (2002). When is an interactive not an interactive? When it's an artwork? Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Dodge, M. i Kitchin, R. (2001). Mapping cyberspace. Londres, Routledge.

Dubriel, R. (1993). "All things being equal." Vocational Education Journal 68(8): 28-29.

Ducke, B. (2003). Archaeological Predictive Modelling in Intelligent Network Structures. The Digital Heritage of Archaeology. CAA2002. Doerr, M. i Sarris, A. Oxford, BAR International Series: 267-273.

Duncker, K. (1929). "Ueber induzierte Bewegung." Psychologische Forschung 12: 180-259.

Durand, F. (2002). An invitation to discuss computer depiction. Proceedings of the 2nd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 3-5 Juny 2002. Nova York, ACM Press: 111-124.

Durlach, N. I. i Mavor, A. S. (1995). Virtual Reality. Scientific and technological challenges. Washington, D. C., National Academy Press.

Eagleman, D. M. (2004). Neural Coding and the Perception of Time: Psychophysics and Computational Theory. Departament de Neurobiologia i anatomia Universitat de Texas, Houston. World wide web: <http://nba.uth.tmc.edu/resources/faculty/members/eagleman.htm>. (15-10-2004).

Eagleman, D. M. i Holcombe, A. O. (2002). "Causality and the perception of time." Trends in Cognitive Sciences 6(8): 323-325: <http://nba.uth.tmc.edu/homepage/eagleman/papers/EaglemanHolcombeTICS2002.pdf>.

Eco, U. (1991). Tratado de semiótica general. Barcelona, Lumen.

Economou, D., Mitchell, W. L., *et al.* (2000). "Requirements elicitation for virtual actors in collaborative learning environments." Computers & Education 34(3/4): 225-239.

Economou, M. (1999). "The evaluation of museum multimedia applications: lessons from research." Journal of Museum Management & Curatorship 17(2): 173-187.

Ellis, A. W. i Young, R. W. (1988). Human Cognitive Neuropsychology. Londres, LEA.

Erstad, O. (2002). "Norwegian students using digital artifacts in project-based learning." Journal of Computer Assisted Learning 18(4): 427-437.

Estaún, S. (1999). Percepción del tiempo y de la causalidad. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 577-596.

Facer, K., Joiner, R., *et al.* (2004). "Savannah: mobile gaming and learning?" Journal of Computer Assisted Learning 20: 399-409.

Falk, J. H. i Dierking, L. D. (1998). Understanding free-choice learning: a review of the research and its application to museum web sites. Museums and the Web, 1998. Proceedings of the Second International Conference. Bearman, D. i Trant, J. Toronto, Archives and Museum Informatics.

Falk, J. H. i Dierking, L. D. (2000). Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning. Oxford, AltaMira Press.

Fällman, D., Backman, A., *et al.* (1999). VR in education: an introduction to multisensory constructivist learning environments. Conference on University Pedagogy, Umea University: http://daniel.fallman.org/resources/papers/Fallman_VRIE.pdf.

Farjas, M. i Arranz, J. J. (2003). Virtual representation of Archaeological excavation surroundings using topographical techniques for the purpose of assisting museums with the presentation of archaeological information. The Digital Heritage of Archaeology. CAA2002. Doerr, M. i Sarris, A. Oxford, BAR International Series.

Fernández Ochoa, C. i García Díaz, P. (2002). Las termas romanas de Campo Valdés (Gijón): presentación didáctica y actualización tecnológica. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 270-274.

Fernández Ruiz, J. A. (2002). Fundamentos y metodología de la maquetación digital de la mezquita almohade de Sevilla. Magna Hispalensis (I): Recuperación de la aljama almohade. Jiménez Martín, A. Sevilla, Aula Hernán ruiz. Cabildo Metropolitano. I: 23-32.

Fernández Ruiz, J. A. i González Garrido, M. (2002). La representación gráfica del patrimonio desaparecido: el patio del crucero del alcázar de Sevilla. EGA 2002, La Coruña.

Ferrington, G. i Lodge, K. (1992). "Virtual reality: a new learning environment." The computing teacher 19(7): 16-19.

Filippini Fantoni, S. (2003). Personalization through IT in Museums. Does it really work? The case of the marble museum website. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Finke, R. A. (1989). Principles of mental imagery. Cambridge, MA, The MIT Press.

Fischler, M. A. i Firschein, O. (1987). Intelligence. The Eye, the Brain and the Computer. USA, Addison-Wesley.

Flon, E. (2002). Interpretation of Archaeological Remains through Virtual Reality: Perceptions of the Visitors. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 225-228.

Fodor, J., Ed. (1983). The modularity of mind, The Mit Press.

Forte, M. (2000). About Virtual Archaeology: disorders, cognitive interactions and virtuality. Virtual Reality in Archaeology. Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Forte, M. (2002). Archaeology and Territorial "Musealisation": the Virtual-Cognitive Reconstruction of Archaeological Landscapes. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST2000 Euroconference held in Arezzo, November 2000. Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress.

Forte, M. (2003). Mindscape: ecological thinking, cyber-anthropology and virtual archaeological landscapes. The reconstruction of archaeological landscapes through digital technologies. Proceedings of the First Italy - USA Workshop (Boston, Nov 1-3 2001). Forte, M. i Addison, A. C. Oxford, BAR. 1151: 95-108.

Forte, M. (2004). "Realtà virtuale, beni culturali e cibernetica: un approccio ecosistemico."

Forte, M. (en premsa). Communicating the "Virtual". International Conference "New Technologies and Local Development". Proceedings of the Ename Chapter. The Ename Center, Ghent 11-13 September 2002. Ghent.

Forte, M. i Franzoni, M. (1998). "Il museo virtuale: comunicazione e metafore." Sistemi Intelligenti Anno X(2): 193-240.

Forte, M. i Guidazzoli, A. (1996). Archaeology, GIS and desktop virtual reality: the ARCTOS project. Interfacing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1995. Kamermans, H. i Fennema, K. Leiden, University of Leiden. 28.

Forte, M., Kay, S. J., *et al.* (2003). Aksum Project: a Virtual Reality Multi Platform for reconstructing Archaeological Landscapes. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Goriany, M. Viena, CAA2003: en premsa.

Forte, M., Pescarin, S., *et al.* (2004). The Multimedia Room of the Scrovegni Chappel: a Virtual Heritage Project. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 529-532.

Forte, M., Pietroni, E., *et al.* (2002). Musealizzare il virtuale: il progetto di allestimento multi-interattivo per la Cappella degli Scrovegni: <http://www.mlib.cnr.it/vhn/SitoScrovegni/MusealizzVirtuale.htm>. (1/7/2002).

Foster, S. F. (1986). "Ten principles of learning revised in accordance with cognitive psychology: with implications for teaching." Educational Psychologist 21(3): 235-243.

Fuldain, J. J. (2002). Aloria, reconstrucción virtual en Internet i en vídeo. Posibilidades que ofrece la infografía para acercar un yacimiento al público. II Congrés internacional sobre museització de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 275-279.

Furness, T. A., Winn, W., *et al.* (1998). The impact of three dimensional immersive virtual environments on modern Pedagogy. Global change, VR and learning. Report of workshops held in May and June 1997 at the University of Loughborough, England. National Science Foundation. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-97-32>.

Galani, A. (2003). Mixed reality Museum Visits: using new technologies to support co-visiting for local and remote visitors. Museological Review. Leicester, Department of Museum Studies. Special issue 10, spring: 1-17.

Galani, A. i Chalmers, M. (2003). Far away is close at hand: shared mixed reality museum experiences for local and remote museum companions. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

García Blanco, A. (1988). Didáctica del museo. El descubrimiento de los objetos. Proyecto didáctico Quirón. Madrid, Ediciones de la Torre.

García Blanco, A. (1999). La exposición. Un medio de comunicación. Arte y Estética, 55. Madrid, Ediciones Akal.

García-Albea, J. E. (1999). Algunas notas introductorias al estudio de la percepción. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 179-200.

Gardner, H. (1990). Developing the spectrum of human intelligences. Cognition, Curriculum and Litteracy. Barratta, A. Norwood, New Jersey, Ablex Publishing Corporation.

Gibson, J. J. (1950). The perception of the visual world. Boston.

Gillani, G. (2002). Los mosaicos de la villa romana de Almenara de Adaja-Puras (Valladolid) y su documentación gráfica mediante fotogrametría digital. II Congrés

internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 301-307.

Gillings, M. i Goodrick, G. (1996). "Sensuous and Reflexive GIS. Exploring Visualisation and VRML." Internet Archaeology 1(Autumn 1996): http://intarch.ac.uk/journal/issue1/gillings_toc.html.

Gilliver, R. S., Randall, B., *et al.* (1998). "Learning in cyberspace: shaping the future." Journal of Computer Assisted Learning 14: 212-222.

Giró, C. (2003). Cómo jugar en la era de la tecnología. La Vanguardia. Barcelona: 54-58.

Gluzinski, W. (1985). Originals versus substitutes. Originaux et objets substitutifs dans les musées. 2: 41-47.

Godfrey, F. (2002). How do visitors learn from interactives? Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Gómez Robles, L. i Fernández Ruiz, J. A. (2003). Digital model of the historic centre of Granada. Vision Techniques for Digital and Archaeological Archives. Ancona.

Gooch, A. i Gooch, B. (2001a). Interactive Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. Siggraph 99 Course Notes. Gooch, A. i Gooch, B.: Secció 10.

Gooch, A. i Gooch, B. (2001b). Using Non-Photorealistic Rendering to communicate shape. Non-Photorealistic Rendering. Siggraph 99 Course Notes. Gooch, A. i Gooch, B.: Secció 8.

Gooch, A. i Willemsen, P. (2002). Evaluating Space Perception in NPR Immersive Environments. Proceedings of the 2nd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 3-5 Juny 2002. Nova York, ACM Press: 105-110.

Gordon, I. E. (1977). Theories of Visual Perception. Chichester, Wiley.

Gordon, S. (1999). The virtual museum - who needs it? Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Granollers, T., Lorés, J., *et al.* (2002). Análisis y diseño de una visita guiada a la Fortaleza de Arbeca en realidad aumentada. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 265-269.

Green, S. (1999). Introduction to Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. SIGGRAPH 99 Course 17. Green, S. Los Angeles: 192.

Grellert, M. (2003). New Forms of Cultural Remembrance in the Age of Digital Media. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Goriany, M. Viena, CAA2003: en premsa.

- Guidazzoli, A. (2002). Experiences of Immersive Graphics for Cultural Heritage. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 89-92.
- Gutiérrez, D., Serón, F. J., *et al.* (2004). "Archaeological and cultural heritage: bringing life to an unearthed Muslim suburb in an immersive environment." Journal of Cultural Heritage 5(2004): 63-74.
- Gyselinck, V., Ehrlich, M. F., *et al.* (2000). "Visuospatial working memory in learning from multimedia systems." Journal of Computer Assisted Learning 16: 166-176.
- Ham, S. H. (1994). Cognitive psychology and interpretation: synthesis and application. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 107-117.
- Hamm, L. (1986). Lire des images. Pratique pédagogique, 64. Paris, Armand Colin Éditeur.
- Harper, B., Hedberg, J. G., *et al.* (2000a). Employing cognitive tools within interactive multimedia applications. Computers as cognitive tools: the next generation. Lajoie, S. P. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum: capítulo 9.
- Harper, B., Hedberg, J. G., *et al.* (2000b). "Who benefits from virtuality?" Computers & Education 34(3/4): 163-176.
- Hatzipanagos, S. (1997). Fidelity and complexity: multimedia motion in action. Proceedings of CAL97. Exeter: <http://www.media.uwe.uk/masoud/cal-97/papers/hatzip.htm> (3-8-2003).
- Hayward, T. (1993). Adventures in virtual reality. Carmel, Que, Prentice Hall.
- Heath, C. i vom Lehn, D. (2002). Misconstruing interactivity. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.
- Hedberg, J. G. i Alexander, S. (1994). "Virtual reality in education: defining researchable issues." Educational Media International 31(4): 214-223.
- Hedberg, J. G. i Harper, B. (1998). Supporting ill-structured problem solving in interactive multimedia learning environments. Proceedings of ICCE'98. Chan, T. W., Collins, A. i Lin, J. Beijing/Heidelberg, China Higher Education Press / Springer-Verlag. 1: 701-706.
- Heeter, C. (2000). "Interactivity in the context of designed experiences." Journal of Interactive Advertising 1(1): <http://www.jiad.org/vol1/no1/heeter/>.
- Helsel, S. K. (1992). "Virtual Reality and Education." Educational Technology 32(5): 38-42.

Henri, F. i Pudelko, B. (2003). "Understanding and analysing activity and learning in virtual communities." Journal of Computer Assisted Learning 19: 474-487.

Henson, D. (2004). Archaeology and education: constructing the past. Arqueologia i Ensenyament. González Marcén, P. Barcelona, UAB. 5.

Hermon, S., Niccolucci, F., *et al.* (2005). Some evaluations on the potential impact of Virtual Reality on the archaeological scientific research. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 105-114.

Hernández Cardona, F. X. (1998). La didàctica en els espais de presentació del patrimoni. Consideracions epistemològiques. II Seminari d'Arqueologia i Ensenyament. González Marcén, P. Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona. 5: 139-149.

Hernández Hernández, F. (1998). El museo como espacio de comunicación. Biblioteconomía y administración cultural, 16. Gijón, Ediciones Trea.

Hevern, V. W. (2004). Narrative psychology: Internet and resource guide. Le Moyne College: http://web.lemoyne.edu/~hevern/nr-theorists/bruner_jerome_s.html. (19-10-2004).

Hill, P. D. (1996). Así se crea Realidad Virtual. Libros de creación audiovisual. Barcelona, Rosal Jai.

Holway, E. i Boring, E. G. (1941). "Determinants of aparent visual size with distance variant." American Journal of Psychology 54: 21-37.

Hooper-Greenhill, E. (1998). Los museos y sus visitantes. Biblioteconomía y Administración Cultural, 17. Gijón, Ediciones Trea.

Hoppe, H. U., Joiner, R., *et al.* (2003). "Guest editorial: Wireless and mobile technologies in education." Journal of Computer Assisted Learning 19: 255-259.

Hsi, H. (2003). "A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum." Journal of Computer Assisted Learning 19: 308-379.

Huff, C. (1996). "Gender, computer assisted learning and anxiety: with a little help from a friend." Journal of Educational Computing Research 15(1): 65-69.

Hunter, J. M. (1957). Memory. Facts and Fallacies. Baltimore, Penguin.

Ibáñez, A., Correa, J. M., *et al.* (2003). Museos e internet en el País Vasco: ¿contextos de aprendizaje? El patrimonio y la didáctica de las Ciencias Sociales. Moreno Benito, P. Cuenca, UCLM: 429-441.

Jackson, R. L. i Fagan, E. (2000). Collaboration and Learning within Immersive Virtual Reality. Proceedings of the 3rd International Conference on Collaborative Virtual Environments. Nova York, ACM Press: 83-92.

Jacobson, L. (1994). Garage virtual reality. Indianapolis, Sams Publishing, Prentice Hall.

Jacobson, R. (1995). Virtual Worlds: Spatial Interfaces for Spatial Technology. The Electronic Atlas Newsletter. revista digital, www. (27-9-2004).

James, S. (1999). Imag(in)ing the Past: The Politics and Practicalities of Reconstructions in the Museum Gallery. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 117-135.

Jensen, N. (1994). Children, teenagers and adults in museums: a developmental perspective. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 269-274.

Johnson, A. E., Roussou, M., *et al.* (1998). The NICE Project: learning together in a virtual world. Proceedings VRAIS'98: 176-183.

Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Cambridge, Cambridge University Press.

Jovet, V. (2003). Le multimedia dans l'exposition: la double problématique de l'appropriation et de l'intégration d'un media marginal. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Junco, A. (2002). "El constructivismo en la enseñanza de la historia: un enorme reto." Iber 31(gener 2002): 79-85.

Kadobayashi, R. (1999). VisTa: an interactive visualisation tool for archaeological data. Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Kadobayashi, R. (2000). Immersive walk-through experience of japanese ancient villages with the vista-walk system. Virtual reality in Archaeology. Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Kalawsky, R. S. (1993). The Science of Virtual Reality and Virtual Environments. A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments. USA, Addison-Wesley.

Kantner, J. (2000). Realism vs reality: creating virtual reconstructions of prehistoric architecture. Virtual reality in Archaeology. Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Karasavvidis, I., Pieters, J. M., *et al.* (2003). "Exploring the mechanisms through which computers contribute to learning." Journal of Computer Assisted Learning 19: 115-128.

Kidd, J. S. (1958). "Social influence phenomena in a task-oriented group situation." Journal of Abnormal and Social Psychology 56(1): 13-17.

Klatzky, R. L. i Lederman, S. J. (2000). Touch. Experimental Psychology. Healy, A. F. i Proctor, R. W. Nova York, Wiley. 4: 147-176.

Knipp, T. (2003). Design education in the era of technology: considering visual perception. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Koester, S. E. (1993). Interactive Multimedia in American Museums. Archives and Museum Informatics, Technical Report, 16.

Kogan, N. (1981). Las implicaciones de los estilos cognitivos en la educación. La psicología de la práctica educativa. Lesser, G. S. Mèxic, Trillas: 303-366.

Kosslyn, S. M. i Pomerantz, J. R. (1986). Imágenes, proposiciones y la forma de las representaciones internas. Percepción y computación. García-Albea, J. E. Madrid, Ediciones Pirámide: 187-212.

Lee, H., Park, S.-T., *et al.* (2005). Students' understanding of astronomical concepts enhanced by an immersive Virtual Reality system (IVRS). 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education. Caceres. Recent Research Developments in Learning Technologies.

Leslie, A. M. (1984). "Spatiotemporal continuity and the perception of causality in infants." Perception 13: 287-305.

Lévy, P. (1995). Qu'est ce que le virtuel? Paris, La Découverte.

Lévy, P. (1999). Ciberespai i cibercultura. UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum1/levy/ciberespai_cat.htm. (25-1-2002).

Lewin, C. (1995). Test Driving CARS: adressing the issues in the evaluation of computer assisted reading software. Proceedings of International Conference on Computers in Education: 452-459.

Liguori, M. C., Guidazzoli, A., *et al.* (2004). Augmented Culture: Historical Environments for Captivating Educational TV programs. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 183-186.

Lillo, J. (1993). Psicología de la percepción. Psicología. Madrid, Debate.

Lim, C. P. (2001). "Visualisation and animation in a CAL package: anchors or misconceptions?" Journal of Computer Assisted Learning 17: 206-216.

Linton, M. (1975). Memory for real-world events. Explorations in Cognition. Norman, D. A. i Rumelhart, D. E., Freeman.

Lledó, M., Gutiérrez, G., *et al.* (2002). Les termes romanes de Sant Boi de Llobregat: una interpretació virtual. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments

arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 292-295.

Lockhart, R. S. (1968). "Stimulus selection and meaningfulness of paired-associate learning with stimulus items of high formal similarity." Journal of Experimental Psychology 78(2): 242-246.

Loeffler, C. E. (1994). The Networked Virtual Art Museum and other projects. The Virtual Reality Casebook. Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 31-37.

Loftin, B., Engelberg, M., *et al.* (1993). Applying Virtual Reality in Education: a prototypical virtual physics laboratory. Proceedings of IEEE Symposium on Research Frontiers in Virtual Reality. San José, CA.

Lowe, A. (2005). The Development of specially designed Hardware and Software for the recording of fragile objects and large scale heritage sites in two and three dimensions. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 765-769.

Luckin, R., Connolly, D., *et al.* (2003). "Children's interactions with interactive toy technology." Journal of Computer Assisted Learning 19: 165-176.

Luria, A. R. (1973). The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology. New York, Basic Books.

Mack, A. (1986). Perceptual aspects of motion in the frontal plane. Handbook of Perception and Human Performance. Boff, K. R., Kauffman, L. i Thomas, J. P. Nova York, John Wiley and Sons. I: Sensory Processes and Perception: 17-1/17-39.

MacLean, P. D. (1973). A Triune Concept of Brain and Behaviour. Toronto, University of Toronto Press.

Maiche, A. (2004). Sobre Psicologia de la percepció. Bellaterra. Conversa: 19-3-2004.

Malavasi, M., Sforza, F., *et al.* (2002). On-site Cultural Heritage Discovery and Fruition with MUSE: a Mobile Multimedia Interactive System. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 231-233.

Maldonado, T. (1994). Lo real y lo virtual. Barcelona, Gedisa Editorial.

Malerczyk, C., Dähne, P., *et al.* (2005). Exploring digitized artworks by pointing posture recognition. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 113-119.

Mallas, S. (1979). Medios audiovisuales y pedagogía activa. Barcelona, Ediciones CEAC.

- Mantovani, F. (2001). VR Learning: potential and challenges for the use of 3D environments in education and training. Towards CyberPsychology: mind, cognitions and society in the Internet Age. Riva, G. i Galimberti, C. Amsterdam, IOS Press: 207-226.
- Mantovani, G. (1995). "Virtual reality as a communication environment: consensual hallucination, fiction, and possible selves." Human relations 48: 669-683.
- Marqués, P. (1995). Software educativo. Guía de uso y metodología de diseño. Barcelona, Estel.
- Marr, D. (1986). La visión. Madrid, Alianza Editorial.
- Marshall, M. (2000). History and Systems of Psychology. Marshall University Graduate School: <http://www.webrenovators.com/psych/CognitivePsychology.htm>. (19-10-2004).
- Maschke, K. L. (2001). Robert Gagné's instructional design approach. GSU. Internet: <http://www2.gsu.edu/~mstsw/courses/it7000/papers/robert.htm>. (4-2-2005).
- Maturana, H. i Varela, F., Eds. (1980). Autopoiesis and cognition: the realization of the living. Boston studies in the Philosophy of Science. Dordrecht (Holanda), D. Reidel Publishing Co.
- Maxim, G. W. (1987). Social Studies and the Elementary School Child. Columbus, Ohio, Merrill.
- Mayer, R. E. i Sims, V. K. (1994). "From whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning." Journal of Educational Psychology 86(3): 389-401.
- Mayor, J. i Moñivas, A. (1992a). Representación e imágenes mentales: I, La representación mental. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 409-511.
- Mayor, J. i Moñivas, A. (1992b). Representación mental e imágenes mentales: II, Las imágenes mentales. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 531-593.
- McCarthy, R. (1989). "Multimedia: what the excitement's all about." Electronic Learning June: 26-31.
- McGinnies, E. (1949). "Emotionality and perceptual defense." Psychological Review 56: 244-251.
- McGlade, J. (1999). "Arqueología, dinámica no lineal y discurso histórico." Trabajos de Prehistoria 56(2): 5-18.
- Meister, M. i Boss, M. (2003). On using state of the art Computer Game Engines to visualise archaeological structures in interactive teaching and research. Enter the Past.

The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Goriany, M. Viena, CAA2003: en premsa.

Meister, M. i Boss, M. (2004). On using state of the art Computer Game Engines to visualise archaeological structures in interactive teaching and research. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 505-509.

Melero, F. J., Cano, P., *et al.* (2004). Progressive transmission of large archaeological models. Beyond the artifact. CAA2004, Prato.

Merickel, M. L. (1990). "The Creative Technologies Project: will training in 2D/3D graphics enhance kid's cognitive skills?" T.H.E. Journal December: 55-58.

Michotte, A. (1946). La perception de la causalité. Lovaina.

Mitchell, T. J. F., Chen, S. Y., *et al.* (2005). "Hypermedia learning and prior knowledge: domain expertise vs system expertise." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 53-64.

Moles, A., Ed. (1975). La comunicación y los mass-media. Bilbao, El Mensajero.

Monereo, C. (2002). El asesoramiento en el ámbito de las estrategias de aprendizaje. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 15-62.

Montpetit, R. (1996). "Une logique d'exposition populaire: les images de la museographie analogique." Publics et Musées 9: 55-103.

Moriné, H. i Moriné, C. (1978). El descubrimiento, un desafío a los profesores. Madrid, Santillana.

Morrison, H., McClure, J., *et al.* (1993). "The impact of portable computers on pupil's attitudes to study." Journal of Computer Assisted Learning 9(3): 130-140.

Mosaker, L. (2001). "Visualising historical knowledge using virtual reality technology." Digital Creativity 12(1): 1-11: <http://journalonline.tandf.co.uk/media>.

Moser, S. (1999). The Dilemma of Didactic Displays: Habitat Dioramas, Life-groups and Reconstructions of the Past. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 95-116.

Munar, E. i Rosselló, J. (1999). Percepción del movimiento. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 411-446.

Muscott, H. i Gifford, T. (1994). "Virtual reality and social skills training for students with behavioral disorders: applications, challenges and promising practices." Education and treatment of children 17: 417-434.

Myerson, J. (2000). Está todo en la mente. M-Real. Revista digital: www.m-real.com/v2/press_club/b_colour_spanish_article_01.asp. (09/03/04).

Neisser, U. (1978). "Anticipations, images and introspections." Cognition 6: 169-174.

Neuman, D. (1989). "Computer based education for learning disabled students; teacher's perceptions and behaviors." Journal of Special Education Technology 9(3): 156-166.

NG, K. H. (2002). Mixed Reality interaction for group experience. Master of Research Dissertation. School of Computer of Computer Science and Information Technologies, The University of Nottingham. Nottingham: <http://www.cs.nott.ac.uk/~khn/mixedrealityinteraction.pdf>.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1996). "Effectiveness of virtual environment desensitization in the treatment of agoraphobia." Presence 5: 346-352.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1997). "Virtual environment psychoterapy: a case study of fear of flying disorder." Presence 6: 127-132.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1998). Virtual environments in Clinical Psychology and Neuroscience. Riva, G., Wiederhold, B. K. i Molinari, E. Amsterdam, Ios.

Novak, J. D. (1986). Teoría y práctica de la educación. Madrid, Alianza.

Oliver, R. i Omari, A. (2001). "Student responses to collaborating and learning in a web-based environment." Journal of Computer Assisted Learning 17: 34-47.

Olson, D. R. i Bialystok, E. (1983). Spatial cognition: the structure and development of mental representations of spatial relations. Hillsdale, N. J., Erlbaum.

Orlandi, T. (1999). "Multimedialità e Archeologia." Archeologia e Calcolatori 10: 145-157.

Ornstein, R. E. (1969). On the experience of time. Baltimore, Penguin.

Ortiz, J. i Castillo, S. (2002). La informática gráfica como método de explicación de los restos arqueológicos. La iglesia cruciforme de la plaza del Rei y Aula episcopal. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 262-264.

Osberg, K. M. (1997). Constructivism in practice: the case for meaning-making in the virtual world. Tesi doctoral. Department of Education, University of Washington. Washington: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/osberg.rtf>.

Otero, N., Rogers, Y., *et al.* (2001). Is interactivity a good thing? Assessing its benefits for learning. Proceedings of the 9th International Conference on HCI. New Orleans, Lawrence Erlbaum: 790-794.

Owen, J. (1999). Interaction or Tokenism? The Role of "Hands-on Activities" in Museum Archaeology Displays. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 173-189.

Owen, R., Buhalis, D., *et al.* (2005). Visitor's evaluations of ICTs used in Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 129-136.

Paivio, A. (1971). Imagery and verbal processes. Nova York, Holt, Rinehart & Winston.

Palmer, S. E. (1975). "The effects of contextual scenes on the identification of objects." Memory and Cognition 3(5): 519-526.

Panagiotakopoulos, C. T. i Ioannidis, G. S. (2002). "Assessing children's understanding of basic time concepts through multimedia software." Computers & Education 38(4): 331-349.

Pantelidis, V. S. (1993). "Virtual Reality in the Classroom." Educational Technology 33(4): 23-27.

Papageorgiou, D. (2000). Case Studies of Cultural Heritage in VR. Prospects of Augmented Reality in European Cultural Heritage Sites. Roussou, M. Peania, Intracom, S.A.: 140.

Pastor, M. I. (2004). Pedagogía museística. Nuevas perspectivas y tendencias actuales. Ariel Patrimonio. Barcelona, Ariel.

Patterson, C. H. (1977). Bases para una teoría de la enseñanza y psicología de la educación. Mèxic, El manual moderno.

Pearce, C. (1997). Narrative Environments: Virtual reality as a Story Telling Medium. SIGGRAPH 97 Proceedings: Panel Session. San Antonio, Texas: 440-41.

Perry, D. (1989). The creation and verification of a development al model for the design of a museum exhibit. Tesi doctoral, Indiana University. Indiana.

Petridis, P., Pletinckx, D., *et al.* (2005). A multimodal interface for presenting and handling heritage artifacts. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 91-100.

Piaget, J. (1973). To understand is to invent: the future of education. New York, Grossman.

Piaget, J. i Inhelder, B. (1948). La représentation de l'espace chez l'enfant. Paris, PUF.

Pibernat, L. (1998). "Aproximación al análisis epistémico de las ciencias de la educación." Iber 15: 79-92.

Pimentel, K. i Teixeira, K. (1995). Virtual Reality: through the new looking glass. New York, McGraw-Hill.

Podgorny, J. (2004). Studying visitor engagement in Virtual Reality based children's Science Museum exhibits. Master of Arts program in the Social Sciences. Department of Astronomy and Astrophysics, The University of Chicago. Chicago: <http://astro.uchicago.edu/cosmus/thesis.pdf>.

Pozo, J. I. (1999). "Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la Ciencia como cambio representacional." Enseñanza de las Ciencias 17(3): 513-520.

Pozo, J. I. (2002). Las estrategias de aprendizaje en el area de las Ciencias Sociales. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 269-294.

Pozo, J. I., Asensio, M., *et al.* (1989). Modelos de aprendizaje - enseñanza de la Historia. La enseñanza de las Ciencias Sociales. Carretero, M., Pozo, J. I. i Asensio, M. Madrid, Visor: 211-240.

Pozo, J. I. i Carretero, M. (1986). "Desarrollo cognitivo y aprendizaje escolar." Cuadernos de Pedagogía 133: 15-19.

Pujol, L. (2002a). Arqueologia i Realitat Virtual: una aproximació a partir de les reconstruccions virtuals als museus. Treball de Recerca de Tercer Cicle (12 crèdits). Antropologia Social i Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.

Pujol, L. (2002b). "Museus d'Arqueologia i ordinadors: les reconstruccions virtuals com a eina divulgativa." GAUSAC 21(Desembre 2002): 27-45.

Pujol, L. (2004). Archaeology, museums and Virtual Reality. UOC. Online article: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/eng/pujol0304/pujol0304.pdf>. (13-7-2004).

Pujol, L. (2005a). Interactivity in virtual and multimedia environments: a meeting point for education and ICT in archaeological museums. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 37-52.

Pujol, L. (2005b). Visita a l'Hellenic Cosmos de la Foundation of Hellenic World. Notes personals. Atenes. notes personals.

Pujol, L. (en premsa). Virtual Reality as a Learning Tool for Archaeological Museums. Beyond the artifact. Computer applications and Quantitative Methods in Archaeology 2004. Niccolucci, F. Oxford, BAR International Series.

Purkis, H. (1994). History: in hand, low-tech and cheap. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 177-1778.

Pylyshyn, Z. W. (1986). Imágenes e inteligencia artificial. Percepción y computación. García-Albea, J. E. Madrid, Ediciones Pirámide: 213-242.

Raptis, D., Tselios, N., *et al.* (2005). Context-based design of mobile applications for museums: a survey of existing practices. Proceedings of the 7th International Mobile HCI Conference. Salzburg, Austria.

Rascón, S. (2002). El mundo en sus manos. O cómo utilizar las nuevas tecnologías en la difusión del Patrimonio Arqueológico. II Congrés internacional sobre museització de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 250-261.

Ravenscroft, A. i Matheson, M. P. (2002). "Developing and evaluating dialogue games for collaborative e-learning." Journal of Computer Assisted Learning 18(1): 93-101.

Reed, W. M. (1992). "The effects of computer based writing tasks and mode of discourse on the performance and attitudes of writers of varying abilities. Special Issue: computer use in the improvement of writing." Computers in Human Behavior 8(1): 97-119.

Reid, D. J., Zhang, J., *et al.* (2003). "Supporting scientific discovery learning in a simulation environment." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 9-20.

Reilly, P. (1992). Three-dimensional modelling and primary archaeological data. Archaeology and the Information Age. A global perspective. Rahtz, S. P. Q. London, Routledge: 147-176.

Riva, G., Wiederhold, B. K., *et al.*, Eds. (1998). Virtual environments in Clinical Psychology and Neuroscience. Amsterdam, IOS.

Rivière, A. (1986). Razonamiento y representación. Madrid, Siglo XXI.

Rodríguez Diéguez, J. L. (1978). Las funciones de la imagen en la enseñanza. Semántica y Didáctica. Comunicación Visual. Barcelona, Editorial Gustavo Gili.

Ronen, M. i Eliahu, M. (2000). "Simulation - a bridge between theory and reality: the case of electric circuits." Journal of Computer Assisted Learning 16: 14-26.

Rosch, E. (1977). Classification of real word objects: origins and representations in cognition. Thinking: Readings in Cognitive Science. Johnson-Laird, P. N. i Wason, P. C. Cambridge, Cambridge University Press.

Rosenbaum, D. (2001). Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. Annual Review of Psychology. Versió electrònica: http://www.findarticles.com/cf_dls/m0961/2001_Annual/73232717/print.jhtml.

Roussou, M. (1999). Incorporating Immersive Projection-based Virtual Reality in Public Spaces. Proceedings of the 3rd International Immersive Projection Technology. Stuttgart: 33-39.

Roussou, M. (2002). Virtual Heritage: from the Research Lab to the Broad Public. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 93-100.

Roussou, M. (2003). Photorealism and Non-Photorealism in Virtual Heritage representation. VAST2003 and First Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Chalmers, A., Arnold, D. i Niccolucci, F., The Eurographics Association: 46-57.

Roussou, M. (2004a). Examining young learners' activity within interactive virtual environments. 3rd International Conference for Interaction, Design and Children. Maryland, ACM: 167-168.

Roussou, M. (2004b). Interactivity and conceptual learning in virtual environments for children. CHI 2004. Doctoral Consortium. Vienna: 1049-1050.

Roussou, M. (2004c). "Learning by doing and learning through play: an exploration of interactivity in virtual environments for children." ACM Computers in Entertainment 2(January): Article 1: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=973818>.

Roussou, M. (2005a). Can interactivity in virtual environments enable conceptual learning? 7th Virtual Reality International Conference. Laval, France: 57-64.

Roussou, M. (2005b). Sobre el concepte de presència. Roma. Comunicació personal: 16-11-2005.

Roussou, M. i Drettakis, G. (2005). Can VR be useful and usable in real-world contexts? Observations from the application and evaluation of VR in realistic usage conditions. 11th International Conference on HCI, First International Conference on VR. Las Vegas, Nevada.

Roussou, M., Johnson, A. E., *et al.* (1997). The NICE project: narrative, immersive, constructionist/collaborative environments for learning in Virtual Reality. Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 1997: 917-922.

Roux, V. (2002). Electronic modelisation of archaeological texts and constitution of knowledge bases. The Digital Heritage of Archaeology. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2002: comunicació.

Rui Olds, A. (1994). Sending them home alive. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 76-80.

Ruiz Rodríguez, A. (2000). Travel to the time of the Iberians. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Sancho, M., Vinyoles, T., *et al.* (2002). Las TIC como herramientas de investigación, divulgación y docencia: el ejemplo del CD sobre el castillo de Mur. II Congreso internacional sobre museización de yacimientos arqueológicos. Nuevos conceptos y estrategias de gestión y comunicación. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 296-300.

Sanders, D. H. (2001). Persuade or Perish: Moving Virtual Heritage beyond Pretty Pictures of the Past. Proceedings. Seventh International Conference on Virtual Systems

and Multimedia. Enhanced Realities: Augmented and Unplugged. Thwaites, H. i Addison, A. C. Los Alamitos, California, IEEE Computer Society: 236-245.

Santacana, J. i Serrat, N., Eds. (2005). Museografía didáctica. Ariel Patrimonio. Barcelona, Ariel.

Santella, A. i DeCarlo, D. (2004). Visual Interest and NPR: an evaluation and manifesto. Proceedings of the 3rd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 7-9 Juny 2004. Nova York, ACM Press: 71-79.

Scanlon, E., Tosunoglu, C., *et al.* (1998). "Learning with computers: experiences of evaluation." Computers & Education 30(1/2): 9-14.

Schaff, A. (1966). Introducción a la semántica. Mèxic, Fondo de Cultura Económica.

Schroeder, R. (1996). Possible worlds: the social dynamic of virtual reality technology. Boulder, Westview Press.

Schroeder, R. (1997). "Networked worlds: social aspects of multi-user virtual reality technology." Sociological Research Online 2: <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/4/5.html>.

Schulz-Zander, R., Büchter, A., *et al.* (2002). "The role of ICT as a promoter of students' cooperation." Journal of Computer Assisted Learning 18(4): 438-448.

Schweibenz, W. (1998). The "Virtual Museum": New Perspectives for Museums to present Objects and Information Using the Internet as Knowledge Base and Communication System: www.phil.uni-sb.de/fr/infowiss/projekte/virtualmuseum/virtual_museum_ISI98.htm. (8-7-2002).

Scollar, I. (1999). Twenty five years of computer applications in Archaeology. Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Scott, S. D., Mandryk, R. L., *et al.* (2003). "Understanding children's collaborative interactions in shared environments." Journal of Computer Assisted Learning 19: 220-228.

Serrat, N. i Iñíguez, D. (2003). "Aprentatge per descobriment." Guix 300(desembre 2003): 11-18.

Shaw, G. i Marlow, N. (1999). "The role of student learning styles, gender, attitudes and perceptions on information and communication technology assisted learning." Computers & Education 33(4): 223-234.

Shaw, J. (1994). The Virtual Museum. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 27-30.

Shepard, R. N. i Metzler, J. (1971). "Mental rotation of three dimensional objects." Science: 171-203.

Siegel, A. W. i White, S. H. (1975). The development of spatial representation of large-scale environments. Advances in child development and behavior. Reese, H. W. Nova York, Academic Press. 10.

Slater, M. (1999). "Measuring Presence: a response to the Witmer and Singer Presence questionnaire." Presence 8(5): 560-565.

Smith, M. K. (2000). Jerome S. Bruner and the process of education. The encyclopedia of informal education: <http://www.infed.org/thinkers/bruner.htm>. (19-10-2004).

Song, K. S. i Lee, W. Y. (2002). "A virtual reality application for geometry classes." Journal of Computer Assisted Learning 18: 149-156.

Sospedra, R. (2001). "El potencial de la museografía virtual: Atapuerca." Iber 29(juliol 2004): 45-52.

Sospedra, R. (2004). "La nueva museografía audiovisual." Iber 39(gener 2004): 45-54.

Sperling, G. (1960). "The information available in brief visual representations." Psychological Monographs 74(11).

Spicer, J. I. i Stratford, J. (2001). "Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip." Journal of Computer Assisted Learning 17(4): 345-354.

Sternberg, R. J. (1982). Inteligencia humana. Barcelona, Paidós.

Steuer, J. (1995). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. Communication in the Age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Erlbaum Associates: 33-55.

Stöllner, T. (2003). Subterrain-Modelling: Part1: Virtual Reality in Mines - so what? Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Goriany, M. Viena, CAA2003: en premsa.

Stöllner, T. (2004). Subterrain-Modelling: Part1: Virtual Reality in Mines - so what? Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227.

Strauss, W., Fleischmann, M., *et al.* (2003). Knowledge spaces - experience based learning and cultural education in the media age. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Stroud, J. M. (1955). The fine structure of psychological time. Information theory in Psychology: Problems and methods. Quastler, H. Glencoe, IL, Free Press: 174-207.

Suina, J. H. (1994). Museum multicultural education for young learners. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 263-267.

Sundstedt, V., Gutiérrez, D., *et al.* (2005). Participating media for high-fidelity Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 83-90.

Swaak, J., de Jong, T., *et al.* (2004). "The effects of discovery learning and expository instruction on the acquisition of definitional and intuitive knowledge." Journal of Computer Assisted Learning 20: 225-234.

Tarr, M. J. i Warren, W. H. (2002). "Virtual Reality in behavioral neuroscience and beyond." Nature 5(neuroscience supplement): 1089-1092.

Taxén, G., Bowers, J., *et al.* (2003). The Well of Inventions - learning, interaction and participatory design in museum installations. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Thorndyke, P. W. (1977). "Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse." Cognitive Psychology 9(1): 77-110.

Tijus, C. A. (1995). L'enfant, l'objet, l'objet virtuel et l'objet cognitif. L'enfant et les mondes virtuels. Lesourd, S. Paris, GRAPE. 22: 41-49.

Traub, D. C. (1994). The promise of Virtual Reality for learning. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 107-117.

Trepas, C. A. i Alcobarro, A. (1994). "Procedimientos en Historia. Secuenciación y enseñanza." Iber 1(juliol 1994): 31-51.

Trimmel, M. i Bachmann, J. (2004). "Cognitive, social, motivational and health aspects of studnets in laptop classrooms." Journal of Computer Assisted Learning 20(2): 151.

Tringham, R. (2004). Interweaving digital narratives with dynamic archaeological databases for the public presentation of cultural heritage. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 196-199.

Trushell, J., Maitland, A., *et al.* (2003). "Pupils' recall of an interactive storybook on CD-ROM." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 80-89.

Tulving, E. i Olser, S. (1968). "Effectiveness of retrieval cues in memory for words." Journal of Experimental Psychology 77(4): 593-601.

Turkle, S. (1995). Life on the screen: identity in the age of the Internet. Nova York, Simon and Schuster.

Tzortzaki, D. (2001). "Museums and virtual reality: using the CAVE to simulate the past." Digital Creativity 12(4): 247-251: <http://journalsonline.tandf.co.uk/media>.

Uehara, K., Tanaka, K., *et al.* (2001). The Construction of Virtual Archaeological Museum. Proceedings. Seventh International Conference on Virtual Systems and

Multimedia. Enhanced Realities: Augmented and Unplugged. Thwaites, H. i Addison, A. C. Los Alamitos, California, IEEE Computer Society: 288-298.

Ullman, S. (1989). "Aligning pictorial descriptions: An approach to object recognition." Cognition 32: 193-254.

Valle, F. (1992). Estructuras y procesos en la memoria. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 41-78.

Van der Voort, T. H. i Valkenburg, P. M. (1994). "Television's impact on fantasy play: a review of research." Developmental Review 14: 27-51.

Vance Wilson, E. (2000). "Student characteristics and computer-mediated communication." Computers & Education 34(2): 67-76.

Vera, M. I. (2004). La enseñanza-aprendizaje virtual: principios para un nuevo paradigma de instrucción y aprendizaje. Formación de la ciudadanía: las TICs y los nuevos problemas. XV simposio internacional de didáctica de las Ciencias Sociales. Vera, M. I. i Pérez Pérez, D. Alicante, Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales: 57-63.

Vigotsky, L. S. (1978). Mind in society: the development of higher psychological processis. Cambridge, MA, Harvard University Press.

Villafañe, J. (1998). Introducción a la teoría de la imagen. Madrid, Ediciones Pirámide.

Vincent, J. (2001). "The role of visually rich technology in facilitating children's writing." Journal of Computer Assisted Learning 17: 242-250.

Viti, S. (2004). Between reconstruction and reproduction: the role of virtual models in archaeological research. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 525-529.

Vlahakis, V., Karigiannis, J., *et al.* (2001). ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites.

vom Lehn, D. i Heath, C. (2003). Displacing the object: mobile technologies and interpretive resources. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Vote, E., Acevedo, D., *et al.* (2002). What's Virtual Reality Good for? The Archave System - Problems and Possibilities. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 83-86.

Welger-Barboza, C. (2001). Le patrimoine à l'ère du document numérique. Du musée virtuel au musée médiathèque. Patrimoines et Sociétés. Paris, L'Harmattan.

Wheeler, S., Waite, S. J., *et al.* (2002). "Promoting creative thinking through the use of ICT." Journal of Computer Assisted Learning 18: 367-378.

Whorf, B. L. (1956). Language, thought and reality. Nova York, Wiley.

Winn, W. (1993). A conceptual basis for educational applications of Virtual Reality. Report n° TR-93-9. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-93-9>.

Winn, W. (1997). The impact of three dimensional immersive virtual environments on modern Pedagogy. Discussion paper for NSF Workshop. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-97-15>.

Winn, W. (2002). What can students learn in artificial environments that they cannot learn in class? First International Symposium, Universitat d'Anadolu, Turquia: <http://faculty.washington.edu/billwinn/papers/turkey.pdf>.

Winn, W. i Bricken, M. (1992). "Designing virtual worlds for use in mathematics education: the example of experiential algebra." Educational Technology 32(12): 12-19.

Winn, W., Hoffman, H., *et al.* (1999). "Student-built virtual environments." Presence 8(3): 283-292.

Winn, W., Windschitl, M., *et al.* (2002). Features of virtual environments that contribute to students' understanding of earth science. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New orleans.

Winterbotham, N. (1994). Happy hands-on. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 175-176.

Witcomb, A. (1997). The End of the Mausoleum: Museums in the Age of Electronic Communication. Museums and the Web 1997: An International Conference. Los Angeles.

Wood, D. (1999). "Representing, learning and understanding." Computers & Education 33(2): 83-90.

Youngblut, C. (1998). Educational uses of virtual reality technology. IDA Document D-2128. Institute for Defence Analyses. Alexandria, VA. Internet: http://www.hitl.washington.esdu/research/knowledge_base/virtual-worlds.

Yu, F. Y., Chang, L. J., *et al.* (2002). "Learning preferences towards computerised competitive modes." Journal of Computer Assisted Learning 18: 241-250.

Zhukovsky, M. (2000). Virtual 3D Reconstruction of the Kiafar Site, North Caucasus, Russia. Computing Archaeology for Understanding the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2000. Stancic, Z. i Veljanovski, T. Oxford, Archaeopress. 931: 297-301.

Zifferero, A. (1999). La comunicazione nei musei e nei parchi: aspetti metodologici e orientamenti attuali. Musei e parchi archeologici. Francovich, R. i Zifferero, A. Florència, Edizioni all'insegna del giglio: 407- 442.

Zuk, T., Carpendale, S., *et al.* (2005). Visualizing temporal uncertainty in 3D virtual reconstructions. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 99-106.

Zurita, G. i Nussbaum, M. (2004). "A constructivist mobile learning environment supported by a wireless handheld network." Journal of Computer Assisted Learning 20: 235-243.

Arqueologia, museus i ordinadors.

Aproximació semiòtica a l'ús de la Realitat Virtual per la difusió de l'Arqueologia als museus.

Laia Pujol Tost

Tesi Doctoral dirigida per la Dra. Paloma González Marcén



Volum III

Departament de Prehistòria
Facultat de Lletres
Universitat Autònoma de Barcelona

Juliol de 2006

VOLUM III

**ESTABLINT LES BASES I OBRINT NOUS CAMINS PER
L'ÚS/ANÀLISI DE LA RV EN ARQUEOLOGIA**

Índex

<u>III.1. Introducció</u>	901
<u>III.2. Estructura i continguts del treball</u>	901
III.2.1. Problemàtica i objectius	901
III.2.2. Concepcions bàsiques	903
III.2.2.1. Epistemologia i funció de l'Arqueologia.....	903
III.2.2.2. Els museus, punts de contacte entre la societat i l'Arqueologia.....	926
III.2.2.3. Definició del concepte de realitat virtual.....	936
III.2.3. Justificació del marc teòric general	941
III.2.4. Semiòtica de la RV	944
III.2.4.1. Percepció i cognició.....	944
III.2.4.2. Sintaxi de la RV.....	951
III.2.4.3. Semàntica de la RV.....	953
III.2.4.4. Pragmàtica de la RV I: teoria arqueològica.....	956
III.2.4.5. Pragmàtica de la RV II: la difusió als museus.....	961
<u>III.3. Fonaments teòrics de l'ús de la RV en el procés de recerca arqueològica</u>	989
III.3.1. Fonaments teòrics per a la recerca	989
III.3.2. Fonaments teòrics per a l'ús de la RV als museus d'Arqueologia	993
<u>III.4. Perspectives de futur</u>	996
<u>III.5. Bibliografia</u>	1001
Bibliografia general	1025
Annexos	1077

III.1. Introducció

Arribem en aquest punt al darrer volum, que presenta les conclusions generals del projecte de recerca. Aquestes conclusions s'estructuraran en tres capítols. El primer estarà dedicat a justificar l'estructura i resumir els continguts del text per tal de recuperar la idea general i el fil argumental d'aquest projecte de recerca. També constituirà la conclusió pròpiament dita perquè a través del resum de les conseqüències de cada apartat respondrà a la pregunta inicial que va posar en marxa tot el procés que ha donat com a resultat aquests volums: quina és la utilitat o la funció de la RV en el procés de recerca arqueològica? Més concretament, ¿presenta algun avantatge que la faci millor que altres mitjans de recerca o difusió anteriors, o aporta alguna novetat particular que permeti dur a terme més efectivament alguna tasca específica? Aquestes qüestions tenen resposta a dos grans nivells: un de més empíric, recolzat pels resultats de les observacions; i un de més teòric, construït a partir de la reflexió i, més concretament, de la comparació analítica i posterior síntesi entre els àmbits i elements involucrats. Atès que aquest treball ha realitzat principalment aquesta segona tasca –tot i que ha intentat recolzar les seves conclusions sobre una mínima bàsica empírica– les respostes a aquestes qüestions inicials no poden ser qualificades d'altra cosa que generals i teòriques. Per això, el segon capítol es presentarà sota el títol de “fonaments teòrics” i exposarà d'una altra manera les conclusions presentades en el sumari dels continguts: no es limitarà a fer un simple resum fidel a l'estructura del text, sinó que sintetitzarà totes les idees plantejades amb la intenció explícita de justificar la base universal que recolza l'aplicació de la RV en Arqueologia i justifica al nivell general els seus avantatges i inconvenients.

III.2. Estructura i continguts del treball

III.2.1. Problemàtica i objectius

Aquest treball de recerca es proposava de comprendre quina és l'aportació específica de la RV per l'aprenentatge de l'Arqueologia als museus, en un moment en què la confluència de diversos factors socials, econòmics i culturals ha multiplicat l'ús de les TIC en totes les esferes de la vida quotidiana. Aquesta pregunta de partida involucrava diferents àmbits o dominis de coneixement, que s'han destriat i analitzat amb les eines adequades, normalment, les pròpies de cada entorn però integrades a través d'un marc teòric i metodològic comprensiu, que també ha servit per articular els resultats obtinguts en un discurs coherent. Aquest marc és la semiòtica i els àmbits involucrats són els següents:

- L'Arqueologia com a disciplina social i el museu com a instància de comunicació entre la comunitat experta i el públic general i com a lloc de construcció d'identitats.
- La RV (definició a través dels diferents vectors d'aproximació).

- La Psicologia cognitiva i els estudis sobre percepció visual.
- La semiòtica de les imatges.
- La Museologia.
- La Psicopedagogia.

Tots aquests àmbits, que s'ordenen de més bàsic i/o general a més elaborat i/o específic, proporcionen un primer panorama sobre la qüestió i estaven destinats, en darrera instància, a establir els fonaments teòrics de l'ús de la RV en Arqueologia. Per aquest motiu, en cadascun d'ells s'han recollit les característiques o informacions més rellevants, per veure com s'hi adequa la RV, i després s'han verificat aquestes conclusions a través dels estudis avaluatius disponibles, per tal de recolzar les afirmacions en una mínima base empírica. En el fons, si deixem de banda la contrastació experimental, aquesta estructura correspon a l'establiment d'una intersecció entre els tres pilars principals de la recerca: l'Arqueologia, els museus i la RV. *A posteriori*, vaig descobrir que altres publicacions –realitzades des de l'àmbit computacional– segueixen una perspectiva i estructura molt similars (Furness, Winn *et al.*, 1998; Osberg, 1997; Winn, 1993; 1997), la qual cosa atorga una certa validesa a les intencions d'aquest treball perquè evidencia que altres especialistes, ja fa deu anys, consideraven que aquest enfocament era un punt de partida adequat per assolir objectius molt similars als meus. Per tant, tot i que el present treball es situa com a continuador d'aquelles primeres recerques ja definitivament alienes a l'àmbit militar, aporta ara algunes novetats:

- Una revisió crítica dels diferents paradigmes que caracteritzen o han caracteritzat els diferents dominis de coneixement: museus, aprenentatge, recerca arqueològica, etc.
- Un enfocament més ampli, que pretén recollir tots els aspectes i elements implicats en l'ús de la RV en Arqueologia, des de la recerca fins a la transmissió del coneixement al museu.
- I, especialment, un marc teòric i metodològic més general i comprensiu que el constructivista, la semiòtica, que dota el treball d'una estructura interna unitària i coherent i que, en el futur, pot proporcionar una eina analítica transcendental.

Vegem amb una mica més de detall l'estructura bàsica d'aquest treball, per comprendre de quina manera el marc teòric proposat apleix la seva funció i recollir les aportacions bibliogràfiques més rellevants per cada qüestió. El present projecte de recerca partia d'una concepció concreta de l'Arqueologia, els museus i la RV, construïda a partir de la formació acadèmica i la psicologia personals, i revisada o precisada a través les lectures necessàries per a la realització d'aquest projecte. Aquesta concepció determinava l'enfocament i les línies més fonamentals de la recerca i és per aquest motiu que calia explicitar-la en un volum específicament dedicat a aquest aspecte bàsic.

III.2.2. Concepcions bàsiques

Després d'haver fet la presentació general, el primer volum d'aquesta tesi estava format per tres altres grans capítols, que corresponien als tres pilars essencials d'aquest treball de recerca i exposava les concepcions que fonamenten i justifiquen el seu desenvolupament i les seves aportacions. El primer capítol estava dedicat a l'Arqueologia i estava format per dues parts, una destinada a classificar-la des del punt de vista epistemològic i una altra a parlar de la seva funció social. El segon capítol estava dedicat als museus i, més concretament, a la funció de l'exposició com a transmissora del coneixement arqueològic. Finalment, el tercer capítol presentava una definició de la RV que, per tal de superar les limitacions de la tradicional definició tecnològica i comprendre la seva ambigüitat, intentava aproximar-se al concepte a través de vectors representatius de tots els elements que formen part de l'univers semàntic del concepte.

Moltes de les afirmacions realitzades en aquest treball i la pròpia direcció de la investigació han estat guiades per les meves concepcions sobre aquests tres àmbits, les quals han estat construïdes a partir de la meva pròpia formació universitària i, posteriorment, la cerca bibliogràfica associada a la tesi. Així doncs, les idees exposades en aquests capítols permetien de comprendre i justificaven el conjunt de procediments i de conclusions relacionats amb la solució a la qüestió de partida: què pot aportar la RV a la difusió de l'Arqueologia?

III.2.2.1. Epistemologia i funció de l'Arqueologia

El propòsit d'aquest primer capítol era definir que és l'Arqueologia i partia de la premissa que el concepte i la pràctica de la disciplina estan formats per dos vessants interrelacionats: un d'intern, que correspon a l'epistemologia; i un d'extern, que correspon a la relació amb la societat. Per definir l'Arqueologia des del punt de vista epistemològic calia, en primer lloc, situar-la en l'univers epistemològic, la qual cosa equivalia a parlar, a nivell general, de la dicotomia entre Ciències i Lletres i, a un segon nivell, de la relació amb les disciplines properes, concretament les Ciències Socials, les Humanitats i, finalment, la Història. El segon pas per la definició epistemològica era precisar el funcionament teòric de la pròpia Arqueologia. La realització d'aquesta secció es va basar en una contrastació bibliogràfica de les pròpies concepcions, a través de llibres i apunts que presentessin les idees adquirides durant meua la formació acadèmica i el seu origen, o bé que m'ajudessin a criticar-les i a justificar les meves discrepàncies. Vaig dedicar molt d'esforç a la distinció entre Ciències i Lletres per tres motius: el primer, perquè, prenent com a referència la meua pròpia formació acadèmica, creia que era on hi ha més problemes; el segon perquè, com que es tractava del nivell més bàsic, contenia implicacions per a la resta de qüestions que se'n derivaven; el tercer, perquè alguns d'aquests elements després serien necessaris per desenvolupar la meua proposta.

Cal dir que la concepció que es presentava aquí no era definitiva ni estava acabada. En primer lloc perquè la concepció expressada consistia més aviat en una "deconstrucció" de la teoria apresada durant la formació acadèmica i no tant en una construcció de teoria pròpiament dita. En alguns punts, com ara el funcionament del món i, concretament, de les societats humanes, vaig arribar a una conclusió perquè creia

que era coneixement prou ben comprovat; però no es va assolir aquest punt en el cas del funcionament de l'Arqueologia. A grans trets, presentava algunes idees sobre com hauria de ser, però mancava tota la feina de construcció detallada des de la base i la comprovació de la seva validesa. Per altra banda, encara estava reflexionant sobre molts aspectes concrets i per aquest motiu potser hi havia inconsistències, punts poc clars o poc desenvolupats perquè hi havia diversos elements involucrats que calia explorar. En qualsevol dels dos casos, era una tasca que s'escapava de l'objectiu del present projecte i, més concretament, d'aquest primer volum del treball. Però si es va plantejar, malgrat totes aquestes característiques, era perquè pretenia que fos una base per al desenvolupament de futures recerques.

Havent realitzat aquests aclariments previs, es passava al contingut dels diferents apartats. La presència d'un apartat dedicat a la definició de la Ciència es justificava pel fet que la distinció realitzada des de les disciplines històriques de què és i què no és coneixement científic s'ha basat en una dicotomia que separa les Ciències i les Lletres – o, en altres paraules, el paradigma experimental i el paradigma indicial (Ginzburg, 1999)– a partir d'una concepció antiquada o limitada de què és Ciència, i això afecta la definició d'Arqueologia. Per entendre aquesta idea, començava establint, a grans trets, quatre grans etapes en la formació de l'Arqueologia com a instrument de coneixement: els antecedents, el període històric - cultural, l'escola processual – funcionalista i, finalment els postmodernismes. L'objectiu d'aquest repàs històric era evidenciar que la concepció actual de l'Arqueologia es fonamenta en un nucli ideològic que s'ha transmès inalterat des dels orígens fins ara i que es va anar consolidar com a conseqüència del desenvolupament de la Ciència i la definició del paradigma indicial respecte a ella.

Després d'haver-se fixat la separació de paradigmes al s. XIX, l'Arqueologia va fer diversos intents d'apropar-se al selecte grup de disciplines científiques intentant imitar les seves característiques. I això va limitar l'Arqueologia a la descripció del registre, i la Història, a la simple ordenació de fets, sense pensar que aquestes activitats mateixes tampoc no eren "objectives". Tal concepció positivista - empirista del món i del coneixement humà es va transmetre al llarg del desenvolupament del pensament arqueològic, fins que a partir dels anys 50 es va explicitar i acabar de consolidar. Tant els/les defensors/es com els/les detractors/es d'una Arqueologia científica parteixen, en primer lloc, d'una concepció de la Ciència newtoniana a la base, reforçada per la Concepció Heretada del Cercle de Viena, i posteriorment introduïda o relacionada amb l'Arqueologia a través de Hempel; i, en segon lloc, no tenen en compte el desenvolupament actual del debat epistemològic –Caos, Teoria de Cordes, etc. Per tot això oposen el coneixement objectiu i experimental, el positivisme lògic i l'existència de lleis universals, a la interpretació dels objectes arqueològics –impossible de verificar perquè els processos que els van produir ja han passat–, la subjectivitat i la singularitat dels processos descrits. En realitat, aquesta no és una situació exclusiva de les disciplines històriques, sinó que (Ruano, 1997) la concepció determinista de la Física també va influir en les Ciències Socials i va generar una concepció en la qual l'estructura social es considerava el vessant descriptiu de la societat i el canvi social consistia en la cerca de les lleis que dirigeixen la seva evolució. En Ciències Naturals s'està produint de fa uns anys el canvi de paradigma des del mecanicisme clàssic cap a la concepció complexa o quàntica, però el primer encara influeix poderosament les Ciències Socials (Grace, 1991).

Aquesta contraposició presenta diversos errors conceptuals i és per aquest motiu que a continuació feia un repàs de què és actualment la Ciència i quines són les concepcions errònies o limitades sobre l'objectivitat, el positivisme lògic, l'experimentació, la capacitat de predicció, l'existència de lleis universals, les estratègies bàsiques de raonament, el llenguatge científic, el funcionament intern de la Ciència, les teories científiques, la causalitat i l'explicació científica (Barceló, 1995; Estany, 1990; 1993; López de Lacalle, 2000; Read, 1990; Ruano, 1997), que han portat a afirmar que la Història/Arqueologia mai no serà científica i a situar-la dins les Ciències Socials o, més recentment, dins les Humanitats.

Després d'haver demostrat que l'oposició entre Ciències i Lletres –o, més concretament, entre Ciències i Arqueologia com a disciplina humanística– provenia d'una mala comprensió de les primeres –pensar que només es poden basar en el positivisme lògic, que tenen un únic mètode (experimental) universalment vàlid, que produeixen coneixement veritable i prediccions sobre l'essència d'una realitat determinista–, passava a comentar la seva relació amb les Ciències Socials i les Humanitats i, finalment, amb la disciplina més propera, la Història. L'argument que guiava tota la reflexió era que des dels inicis de la disciplina hi ha hagut un error en la concepció de l'objectiu, i per consegüent de la metodologia, que limita l'Arqueologia com a font de coneixement i condiona negativament la seva utilitat i imatge social.

En primer lloc, l'Arqueologia no és una Ciència Social, tal com proposaven alguns autors en els primers moments de la crítica a la *New Archaeology* o com sostenen la majoria d'autors i autores d'orientació històrica basada en els *Annales*, perquè, malgrat que té la societat com a objecte d'estudi i com a destinatària de les seves activitats i que també hi comparteix algunes tècniques i mètodes –estadístics, derivats de l'observació i classificació–, els seus objectius i metodologia bàsics l'apropen més a les disciplines històriques. Més recentment, amb la introducció de les Humanitats en l'univers curricular acadèmic i per efecte concepció relativista postmoderna, l'Arqueologia ha acabat dins aquest àmbit que, en certa manera, substitueix la “Filosofia i Lletres” tradicional. Però tampoc no crec que sigui una Humanitat perquè no considero que l'objecte d'estudi de l'Arqueologia sigui “la pròpia persona a través de la seva relació física i intel·lectual amb les coses que l'envolten” i, per consegüent, “la seva metodologia es basi necessàriament en la interacció entre les persones” (Poovey, 2001). L'objectiu i la metodologia de l'Arqueologia són diferents. Però el postmodernisme l'ha acabat situant aquí perquè ha confós la forma d'expressió i l'objectiu: davant la impossibilitat de contrastar l'esfera simbòlica, i faltant el recolzament del determinisme ambiental i la Teoria de Rang Mitjà, es va creure que l'Arqueologia només podia construir narratives interpretatives el passat o, en el cas més extrem, inventar històries sobre els objectes. La negació de la certesa del coneixement arqueològic ha estat, des del meu punt de vista, una cosa nefasta perquè ha provocat la impossibilitat de trobar una teoria unificada sobre la cultura material i això ha fet que la disciplina quedi relegada a ser una digressió intel·lectual que no només no té cap utilitat social, sinó que encara fa nosa perquè “frena” el desenvolupament infraestructural de la societat.

El principal error en aquests intents d'ubicació és que no s'ha considerat la possibilitat de dotar l'Arqueologia d'entitat epistemològica pròpia per formar, juntament amb la Història, allò que podríem anomenar “Ciències Històriques”. Tradicionalment no s'ha considerat que hi hagués cap diferència entre ambdues disciplines i, per tant, no hi havia necessitat de crear un cúmul disciplinari només per un

sol domini de saber. Però els intents de situar-les en un o altre lloc sempre tindran problemes perquè, a diferència del que s'ha fet fins ara, cal tenir en compte totes dues característiques alhora i no només els objectius o la metodologia. Es veu com una Ciència Social perquè l'objecte d'estudi és la societat; però, en canvi, la metodologia i l'objectiu l'apropen a les Humanitats, si seguim les tendències postmodernes, que consideren que només hi pot haver interpretació. Com es pot acceptar una definició imprecisa? El millor és, atès que hi ha diverses activitats científiques que es poden englobar dins una mateixa categoria, considerar que existeix un domini de coneixement anomenat "Ciències Històriques", els components del qual comparteixen algunes característiques amb altres disciplines, però que la unió de tots ells el fa únic.

Prefereixo parlar de Ciències Històriques en lloc d'Història, perquè aquest terme ha provocat dos inconvenients molt importants. El primer, que es confon la disciplina i l'objecte d'estudi i això genera problemes metodològics i epistemològics greus, que s'han anat revelant al llarg del debat historiogràfic del s. XX. La solució a tot plegat no és construir un discurs que uneixi metafísica i epistemologia sinó, precisament, separar-les. I una forma és considerar que no descrivim els fets passats, sinó que expliquem les societats presents. El segon inconvenient d'emprar el terme "Història" és que això genera conflictes de relació entre aquesta i l'Arqueologia. L'Arqueologia s'ha entès tradicionalment com una disciplina auxiliar i, per tant, secundària, destinada a recolzar la Història perquè aquesta té el mateix nom que el propi desenvolupament dels fets al llarg del temps i compta amb fonts que permeten conèixer directament qualsevol esdeveniment del passat, mentre que el registre arqueològic és "mut".

Així doncs, les Ciències Històriques són el conjunt de disciplines que permeten comprendre el present a través del seu desenvolupament històric. Vegem el significat de cadascun dels membres de l'expressió. "Ciències" implica que són disciplines de coneixement dotades d'una metodologia específica i que pretenen proporcionar explicacions sobre un fenomen observat. I el segon membre de l'expressió, "Històriques", es refereix al fet que aquestes explicacions es basen en la descripció de processos diacrònics. És com la Geologia però aplicat a la societat. En aquest sentit, comparteixen un objectiu similar al de la Sociologia però l'enfocament és diferent perquè mentre que aquesta analitza directament els agents socials, les Ciències Històriques es basen en la reconstrucció de les seqüències diacròniques que han portat fins a la configuració actual. Naturalment, es tracta d'una perspectiva difícil perquè, com que els processos ja han passat, cal estudiar-los indirectament, a través de les evidències que en resten i que són necessàriament materials. Aquestes evidències s'han separat en dues grans categories: els documents escrits, font de coneixement de la Història; i la cultura material en general, font de coneixement de l'Arqueologia.

En el cas de la Història, el paper de les fonts documentals tornava a posar sobre la taula la qüestió del llenguatge científic i la narració, que ja havia introduït en el debat Ciències/Lletres. En aquesta secció debatia, prenent com a base la distinció realitzada per Hayden White (White, 1992) sobre les tres formes de discurs històric –els annals, la crònica i la narració–, la funció del llenguatge en Història i això em portava a parlar dels objectius de la disciplina. Pel que fa a l'Arqueologia, a l'hora de definir-la, calia explicitar d'entrada dues diferències fonamentals respecte de la concepció tradicional. La primera era que no consisteix en l'estudi del passat sinó del present perquè, tal com va acabar concloent l'Arqueologia postmoderna, mai no es podrà conèixer el passat perquè els processos ja s'han produït i no han deixat testimonis materials de tots i

cadascun dels factors que hi van intervenir, o bé les evidències són molt indirectes i no les podem entendre. En realitat, l'enfocament cap el present no és una idea nova, però sempre ha tingut una orientació únicament política i social –de transformació activa de les injustícies presents– sense el recolzament d'una base epistemològica. Si volem comprendre perquè el nostre context és així i com podem actuar sobre ell, l'única via de comprensió serà el plantejament explícit de problemàtiques actuals i la recerca de les causes en el temps.

L'altra diferència de plantejament respecte de la concepció tradicional de l'Arqueologia és que la disciplina no neix en desenvolupar una forma específica d'anàlisi mitjançant unes fonts concretes, el registre material, sinó l'empra perquè ja el té com a objecte d'estudi. Això implica que, en el fons, fa servir unes fonts privilegiades per al seu objectiu perquè analitza la cultura material a través d'ella mateixa. El problema apareix si preguntem per aspectes que no es materialitzen directament en el registre. Per això, l'Arqueologia, com a disciplina històrica, s'ha de plantejar preguntes sobre aspectes (materials o no) del present susceptibles de tenir una manifestació material directa en la seva evolució temporal. Per construir les seves explicacions, l'Arqueologia analitza els diferents estats d'aquell aspecte i els relaciona tot descobrint els mecanismes que permeten passar d'un nivell a l'altre. Això no significa parlar únicament de tecnologia, com feien els funcionalistes, ni tampoc de les històries particulars associades a un objecte, que és molt atractiu des del punt de vista de la divulgació, però poc útil per a la societat actual.

Un cop establerta la seva ubicació en l'univers epistemològic, aclarida la seva relació amb la resta de disciplines més properes i definida de manera general com a Ciència Històrica, l'epistemologia de l'Arqueologia continuava amb una explicació del seu funcionament. Després explicitava el seu objectiu, l'estructura epistemològica bàsica, l'objecte d'estudi, el marc teòric per conceptualitzar-lo i analitzar-lo i, finalment, la teoria per vincular les restes materials i la dinàmica social.

L'explicació sobre els fonaments de l'Arqueologia també partia de la crítica a una concepció actual (Barceló, 1998b; Trigger, 1992; Wylie, 1994): aquella que estableix una dicotomia entre descripció del registre –material, quantificable, científica– i interpretació –narració personal inferida a partir d'unes evidències i recolzada per un marc teòric. Aquesta idea ha estat present en Història des dels seus orígens, perquè sempre s'ha volgut distingir entre la descripció objectiva dels fets i la seva interpretació subjectiva. En el cas de l'Arqueologia comporta una sèrie de problemes.

En primer lloc, crea una asímtota gairebé insalvable des del punt de vista dels lligams epistemològics entre descripció del registre material i explicació, que es converteix en pura interpretació *ad hoc*. Si l'acceptem, la disciplina es troba entre dos móns. Les primeres fases del procés de recerca es consideren objectives –sense pensar que la interpretació també actua en les fases d'excavació– i “científiques” perquè es basen en l'empíria i en tècniques experimentals –quan la científicitat té a veure amb la metodologia i els objectius i no només amb les tècniques. Les darreres fases es consideren purament interpretatives perquè no hi ha evidència directa, sinó inferències a partir del registre arqueològic, i l'excessiu èmfasi en aquest fet sense eines crítiques de control ha acabat portant a caure en el relativisme del subjectivisme hermenèutic. L'actual dicotomia prové, a més de la ja esmentada concepció errònia de la Ciència,

d'una noció molt limitada d'interpretació i d'una idea errònia dels objectius de la disciplina.

Aquest desequilibri essencial queda reflectit a les publicacions escrites dins aquesta concepció (Bender, Hamilton *et al.*, 1997), pel fet que mostren una gran incoherència interna entre una descripció molt detallada de les fases lligades a les dades empíriques – prospecció, excavació, anàlisi dels objectes o de les cartografies– i la interpretació posterior de les troballes, lliure, literària, plena de comentaris subjectius i experiències personals però que, tanmateix, presenta les conclusions com a coneixement vàlid o veritable. Una altra possibilitat ha estat explicitar molt bé el marc teòric en què s'emmarca la recerca, de manera que la “hipòtesi” es verifica a través de la bondat d'ajust respecte d'aquest marc general. A primer cop d'ull, això no sembla gaire diferent del que es fa en Ciència però la diferència rau en què, en el cas de les Ciències, la validesa es basa en la necessitat que les evidències siguin coherents amb les previsions derivades de la teoria, mentre que, en el cas de l'Arqueologia, s'apliquen directament sobre les restes materials unes concepcions polítiques o purament heurístiques i que, com a molt, s'han validat sobre allò mateix que s'intentava verificar. A més, crec que l'inductivisme interpretatiu, és a dir, excavar i interpretar els resultats, és un gran error: cap disciplina científica de coneixement es basa en l'exploració atzarosa sinó en un mètode que permet una certa predicció, perquè si se sap què es pregunta, se sap com trobar la resposta.

L'acceptació actual d'aquesta dicotomia descripció / interpretació del registre implica una concepció molt propera a la processualista, la diferència entre elles és que aquests/es es fonamentaven en lleis universals i els/les altres en l'explicitació de la naturalesa subjectiva o interpretativa. Però en alguns casos s'agafa una definició molt limitada d' “interpretació”, entesa com a simple narració de les impressions personals i no pas com a integració d'aquella part de l'equació que havia estat deixada de banda pel processualisme: la intervenció de l'individu present (l'observador/a) i passat i tot el bagatge psicològic i cultural que comporta per tal de mantenir una garantia de validesa del coneixement (Criado, 2001). Malauradament, això tampoc no resol els problemes de la disciplina perquè seguim tenint mètodes inadequats pels objectius. Fins ara l'Arqueologia ha desenvolupat exageradament la part metodològica, tot i acceptar que el passat no es pot conèixer, i això ha generat un desajust amb els objectius i les problemàtiques. Per entendre aquest desajust l'explicació reculava fins els orígens de la disciplina (McGlade, 1999) i llavors proposava que potser el que caldria és canviar definitivament l'orientació que ha caracteritzat tradicionalment la disciplina, tot plantejant nous objectius i establint problemàtiques realistes, tenint en compte quines són les metodologies amb què comptem per resoldre-les.

L'apartat acabava amb una darrera reflexió de tipus social perquè, malgrat el relativisme i l'orientació cap als problemes socio - polítics presents de les tendències arqueològiques actuals, l'interès pel passat no ha desaparegut i, encara amb més motiu, es vol que la informació sigui fidedigna perquè de la seva veracitat científica en depèn la justificació de les demandes del col·lectiu. Per tant, no només és erroni sinó que és perillós acceptar el relativisme perquè, com que no es duu a terme una tasca sistemàtica de proporcionar una metaperspectiva a la societat, es dona carta blanca perquè les persones o institucions que tenen accés al Patrimoni i/o al coneixement del passat el manipulin.

Havent plantejat la necessitat de resoldre un problema fonamental que no permet que l'Arqueologia es desenvolupi com a disciplina científica, el següent pas era explicar el procés per assolir-ho. En primer lloc, em referia a l'objectiu de la disciplina: els límits epistemològics de la disciplina es poden eixamplar amb l'ajut de noves tècniques però, sobretot, d'un canvi de paradigma. Si la voluntat de conèixer el passat –compartida per la majoria de les tendències arqueològiques existents fins ara– ens porta sistemàticament a topiar amb una barrera imposada pel temps, potser caldria deixar de considerar-lo l'objecte d'estudi i situar-lo epistemològicament com un operador, és a dir, com a mitjà per obtenir coneixement.

Aquí és on entren en joc les nocions d'explicació i de causalitat. Quina és la pregunta que té l'evolució temporal com a vehicle per obtenir resposta? Doncs aquella que es pregunta per les causes d'un estat present. Com que la simple enunciació d'aquesta pregunta és una acció en el present, el seu contingut també estarà relacionat amb el present. Això l'allunya de les definicions més tradicionals de Ciència, que es basen exclusivament en les característiques de les disciplines experimentals, però en canvi, l'apropa a disciplines com la Geologia o l'Astrofísica, que tenen a veure, respectivament, amb els processos passats i amb fenòmens no observables, i tanmateix ningú no les consideraria mai poc científiques. Tanmateix, en aquest plantejament cal tenir en compte dues premisses fonamentals, que poden modificar-lo sensiblement (McGlade, 1999): d'una banda, a l'hora d'abordar l'anàlisi dels estadis successius, que la concepció del temps no és objectiva i universal, sinó que existeixen diverses temporalitats percebudes o viscudes, que determinen els processos de reproducció social; la segona premissa és que la causalitat no és unívoca ni lineal i, per això, el procés de canvi històric s'assembla més a un sistema caòtic que a la visió tradicional d'estadis successius i necessaris de progrés en què grans causes produeixen grans efectes. Totes dues precisions s'han de tenir en compte i són integrades per la proposta realitzada en aquest capítol.

Havent vist quin era l'objectiu de l'Arqueologia –estudiar els fenòmens del present relacionats amb el nostre entorn material–, passava a detallar els elements bàsics de la meua concepció sobre el funcionament de l'Arqueologia (Read, 1990). L'Arqueologia pateix una greu manca de formalització i cal introduir-la per construir la base teòrica -metodològica de la disciplina. Però no s'ha de confondre la “formalització” amb la “formulització”, que ha estat un dels grans problemes a l'hora de situar epistemològicament l'Arqueologia. Mentre que la formalització és una acció d'abast teòric i metateòric, l'establiment de formes lògiques només és possible en aquelles branques del coneixement que treballen amb entitats abstractes i/o fenòmens empírics que superficialment admeten de ser descrits i explicats a través de lleis universals.

A nivell general es poden distingir dos tipus d'explicacions, les empíriques i les teòriques, i la interacció entre totes dues es el motor bàsic de generació del coneixement científic. Les explicacions empíriques proposen models que expressen la idealització de les condicions empíriques, tenen com a objectiu la congruència entre el model i les dades, fan servir mètodes estadístics i es verifiquen a través de la contrastació amb els fenòmens reals. Les explicacions teòriques, en canvi, estan lligades al domini teòric i produeixen models que expressen de manera abstracta i teòrica relacions definides, tenen com a objectiu expressar les conseqüències deduïdes de les relacions definides de manera abstracta, fan servir arguments lògics i simbòlics i es confirmen a través de la

consistència lògica. Crec que aquesta és l'estructura bàsica que també ha de caracteritzar l'Arqueologia.

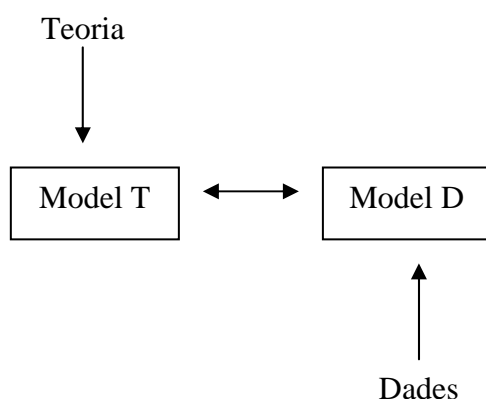


Figura 74: diagrama esquemàtic que mostra les relacions entre teoria, models i dades (Read, 1990: 34).

Aquest esquema podria constituir l'estructura del funcionament de la disciplina, que posi en relació les evidències arqueològiques amb les (possibles) teories o els models sobre el funcionament de les societats en general i, en particular, el paper de la cultura material. Però abans caldria construir aquest cos teòric.

La confusió principal ha estat entendre les Matemàtiques des d'una perspectiva limitada, relacionada només amb els nombres i no pas amb el seu gran poder de raonament, degut precisament a la capacitat d'abstracció i al fet de manipular conceptes *a priori*. Per això, integrar les Matemàtiques a l'Arqueologia no implica convertir-la en una disciplina totalment quantitativa o lògica, sinó que significa anar un pas més enrera i adoptar les seves capacitats per a la construcció teòrica bàsica de la disciplina. Perquè, a més, l'aplicació de les Matemàtiques presenta un altre avantatge, que permet connectar amb la RV: aquesta disciplina de coneixement basa el seu poder d'abstracció en el fet de representar les entitats mitjançant símbols, que va establir la base per la creació dels ordinadors; per tant, la traducció de les entitats arqueològiques a símbols matemàtics, permet transferir-li les metodologies d'aquest àmbit i, més concretament, les aplicacions computacionals, entre les quals es troba la RV (com a model visual).

Un cop presentada l'estructura epistemològica general, per entendre la meua proposta calia continuar amb l'explicació sobre quin és i com entenc l'objecte d'estudi. Al meu entendre, l'objecte d'estudi de l'Arqueologia és la societat present. En el seu desenvolupament sincrònic i diacrònic, les societats humanes es comporten com a sistemes inestables, en què intervenen factors més o menys previsibles, de diferent durada, i a diferents nivells. Aquesta no és una idea nova, sinó que ja va ser proposada als anys 40 (von Bertalanffy, 1976; White, 1982) amb la teoria de sistemes, que constitueix un precedent de la Teoria del Caos, i de la qual presentava l'evolució historiogràfica, des d'aquesta primera concepció funcionalista fins a la reformulació postmoderna. Després repassava els precedents més directes de la teoria de sistemes complexos, als anys 60 i 70, que havien consistit en aplicacions clarament matemàtiques al registre material o al canvi històric (Allen, 1982; Cherry i Renfrew, 1986; Cooke, 1979; Doran, 1994). En conclusió, podem dir, a grans trets, que hi ha hagut tres fases en la concepció del canvi històric: al s. XIX era unilineal; durant el s.

XX es va difondre la idea de multilinearitat; i a finals del segle es va introduir la possibilitat d'estudiar-lo des del punt de vista dels sistemes complexos. Malauradament, encara avui és una branca de recerca molt marginal.

El següent apartat estava dedicat a explicar la Teoria del Caos (Grace, 1991; López de Lacalle, 2000; McGlade, 1999) perquè constitueix el marc teòric des del qual conceptualitzar objecte d'estudi, que és la societat. "Teoria del Caos" és el nom que rep popularment la branca de les Matemàtiques i la Física que estudia certs tipus de comportaments aleatoris dels sistemes dinàmics. La Teoria del Caos va ser creada el 1963 per Edward Lorenz, un meteoròleg que estudiava el comportament de l'atmosfera mitjançant simulacions per ordinador. La Teoria del Caos no rebutja la mecànica tradicional, però considera que és limitada a l'hora d'explicar alguns fenòmens perquè fragmenta i simplifica el món i el redueix a una concepció deshumanitzada i utilitarista. Les característiques dels sistemes complexos es podrien resumir de la següent manera:

- El tot és més que la suma de les parts perquè a partir de la interacció –regida per equacions no lineals– de diferents elements emergeix un sistema qualitativament diferent.
- Això fa que el seu comportament sigui difícilment previsible.
- Tendeix a autoorganitzar-se: emergeix a partir de les seves parts i fluctua fins a quedar estabilitzat al voltant d'un punt d'atracció, anomenat atractor. N'hi ha de tres menes diferents i com que són els elements "estables" del sistema, si es coneixen, permeten explicar i en certa manera "predir" el seu comportament,
- A partir d'aquí es comporta com un sistema adaptatiu, és a dir, que reacciona a les intervencions externes dins d'uns límits, que són els que permeten fluctuar per tornar a la situació d'acomodació.
- Però per a això necessita una aportació d'energia constant. Per això diem que és un sistema obert i dissipatiu, ja que la matèria i l'energia flueixen a través seu.

Un cop explicada la Teoria del Caos, s'intentava aplicar a les Ciències Històriques. L'apartat començava amb una justificació: els Sistemes Dinàmics i la Teoria del Caos es defineixen com aquella branca de les Matemàtiques que s'ocupa del comportament qualitatiu a llarg termini d'un sistema dinàmic i, atès que les societats humanes no són entitats estables i homogènies, sinó sistemes amb multitud d'agents diversos, la interacció permanent i erràtica dels quals genera l'organització interna, és una perspectiva que interessa a les Ciències Històriques. Per tant, contràriament a la concepció lineal tradicional –que descrivia la història de la humanitat com un seguit de grans etapes estables– i semblantment al materialisme històric –que explicava els processos socials a partir d'un procés dialèctic (però només entre dos elements)–, la inestabilitat és el motor fonamental de reproducció de l'ordre social. Pel que fa als processos de canvi històric, estan constituïts per la confluència tendències necessàries –determinades per la presència d'attractors– i decisions irracionals que, en un moment d'inestabilitat –un punt de bifurcació–, poden portar el sistema a un camí totalment imprevist i diferent que, en haver-se estabilitzat, es convertirà en un procés novament regit per lleis.

L'aplicació de la Teoria del Caos només s'esbossava a grans trets perquè la seva aplicació exhaustiva s'escapava de l'abast d'aquesta explicació. Així doncs, presentava dos tipus de situacions caòtiques (López de Lacalle, 2000), no necessàriament excloents, que podrien contribuir a descriure les societats humanes. La primera són els anomenats "sistemes de cicle límit", que es caracteritzen pel fet que gran part de l'energia del sistema està dedicada a resistir-se al canvi i perpetua mecànicament patrons de conducta, amb la qual cosa s'aïllen del flux del món exterior. Això sembla correspondre al comportament global dels sistemes culturals o simbòlics humans. L'altre exemple són les colònies de formigues, que han estat molt ben estudiades i s'han proposat models explicatius de tipus matemàtic per comprendre com la colònia s'autoorganitza de manera òptima, a partir d'individus que actuen sense coneixement de l'estat ni de l'interès general de la colònia, amb un repertori de comportaments limitat i només informació del seu entorn més immediat.

A continuació es repassaven alguns problemes amb que ens trobem quan volem aplicar La Teoria del Caos a les societats humanes, tant des del punt de vista teòric com des de l'aplicatiu. En el primer cas, reprenia la problemàtica associada al fet de tenir el temps com a operador. El caos no només és present en els sistemes biològics o humans, sinó en el propi temps, tal com demostren les fluctuacions de l'òrbita terrestre. L'altre gran problema teòric era el de la causalitat perquè mentre el sistema ideal clàssic només contempla sistemes lineals en què efecte i causa s'identifiquen plenament i, per tant, les retroccions són fàcils, en els sistemes complexos ens trobem amb què l'origen i el resultat divergeixen i es fa molt difícil resseguir les relacions de causa - efecte. Aquest és un dels principals problemes amb què s'enfronta l'explicació històrica però, atès que les teories tradicionals tampoc no eren satisfactòries, val la pena treballar per desenvolupar teòricament i metodològicament un marc teòric i metodològic més ajustat a les necessitats reals de les Ciències Històriques. En relació amb això, la pròpia teoria ofereix algunes possibilitats de solució (López de Lacalle, 2000; Ruano, 1997):

- El fet que la iteració sigui la base del funcionament del sistema pot constituir un punt de partida per trobar la solució perquè els ordinadors són màquines de calcular, amb la qual cosa, poden repetir tantes vegades com vulguem els processos d'interacció d'uns paràmetres donats per tal de realitzar simulacions i proporcionar estimacions estadístiques de la validesa de cadascuna de les solucions. Això és transcendental des del punt de vista de la concepció bàsica sobre la RV que guia aquest treball
- El caràcter no lineal i iteratiu dels sistemes complexos comporta un altre avantatge i és que, a partir d'unes poques instruccions molt senzilles, es generen estructures extremadament complexes. Així doncs, tal com demostren els estudis sobre colònies de formigues, no és tant difícil trobar els esquemes bàsics de funcionament.
- Una altra propietat dels sistemes complexos és la fractalitat. La seva utilitat analítica s'ha demostrat en la dinàmica de fluids i també ha estat emprada en estudis sociològics actuals. Però, en el cas de les Ciències Històriques caldria comprovar que efectivament la fractalitat existeix també en els grups humans tant des del punt de vista sincrònic com del diacrònic, i també caldria verificar que no demana una perspectiva més global del que el registre arqueològic permet.

Els problemes de l'aplicació de la Teoria del Caos a les Ciències Històriques també es van analitzar a partir d'alguns intents reals d'aplicació matemàtica, que van permetre d'establir algunes reflexions o conclusions (López de Lacalle, 2000; Read, 1990: 54):

- Mentre que en els sistemes complexos és molt difícil fer prediccions perquè ens falta informació i perquè el sistema és molt sensible a les petites modificacions que es produeixen durant les iteracions, en el cas de la perspectiva històrica, tenim el resultat final i, per tant, tots els factors que podien haver-hi intervingut ja ho han fet. Així doncs, la qüestió crítica és la fossilització d'aquestes interaccions. En Ciència, quan no se sap què passa en una bifurcació perquè hi ha poca precisió en la mesura, es fa servir la probabilitat. Però l'establiment d'aquesta es basa en una teoria prèvia, que no existeix de manera completa per a les Ciències Socials i, en tot cas, que rarament s'ha aplicat a les societats pretèrites i, quan s'ha fet –la Teoria de Rang Mitjà–, era heurística i es basava en el determinisme ambiental.
- Estudiar el canvi és una perspectiva molt complicada perquè en l'Arqueologia els objectes tenen una longevitat relativa i sovint el que es troba en el registre és el resultat d'un procés que ja està en equilibri i, per tant, no informa veritablement de la seva trajectòria sinó de la fase d'abandonament. A més, com que no és una qüestió molt rellevant en Matemàtiques, hi ha molt pocs models dedicats a aquesta qüestió que es puguin intentar transferir d'una branca del coneixement a l'altra i les eines de modelització tradicionals sovint són poc adequades per donar raó de l'indeterminisme i la incertesa associada amb els processos de canvi social. És molt més fàcil analitzar l'estat en un moment puntual.
- Un altre aspecte complicat és la relació entre l'acció individual i el funcionament al nivell general. En qualsevol sistema autoorganitzat hi ha diferents nivells d'actuació: la conducta individual segueix unes regles i la col·lectiva unes altres. Cal tenir en compte que la segona no consisteix en la suma de les primeres, sinó que a partir de l'activitat individual aleatòria es produeix una retroalimentació de manera que les regles col·lectives estan formades per les primeres però alhora les restringeixen i, a través d'això, influeixen en elles mateixes.

L'apartat acabava amb una reflexió sobre dos temes que han estat objecte central de debat en Arqueologia a partir del funcionalisme: el determinisme ambiental i la presència de lleis universals en el comportament humà. La introducció de la Teoria del Caos resol el problema del determinisme ambiental iniciada per Hempel. Crec –i amb això em situo en una ecologia humana no funcionalista– que hi ha una base biològica que determina la cultural –potser més i tot del que estem disposats a acceptar– però, si bé això és universal, proporciona una resposta massa general perquè sigui aplicable. El paradigma mediambiental és vàlid, però considerant-hi també el medi cultural, que és el més immediat. Però el medi existeix i evoluciona independentment de la nostra percepció d'ell i planteja noves problemàtiques que cada societat humana interpreta a la seva manera i en funció d'això dona resposta. Inversament, a l'interior dels grups humans sorgeixen necessitats socials, polítiques i econòmiques que porten a actuar sobre el medi i aquest respon també amb una reorganització

Pel que fa a la segona qüestió, la Teoria del Caos està en contradicció amb l'existència de lleis tal com les plantejava la Ciència tradicional: són lleis estadístiques. I aquestes poden convenir a l'Arqueologia per dos motius, un relacionat amb l'objecte d'estudi i l'altre amb la metodologia d'anàlisi. En el primer cas, el comportament humà observat des d'un punt de vista general presenta regularitats. No lleis totalment deterministes, provocades pel medi, sinó patrons definibles estadísticament inclosos dins un sistema caòtic en què també compta la psicologia individual i el sistema cultural, ja que cada societat posseeix una normativa que estableix o sanciona totes les activitats. Si coneixem aquestes regles, coneixem la clau per desxifrar el registre arqueològic, que no és altra cosa que comportament caòtic fossilitzat. Inversament, com a segon motiu, la presència reiterada d'objectes com a conseqüència de conductes concretes, és la base per establir un conjunt de patrons generals que es poden integrar en una TCM –en certa manera, anàloga a l'estudi de les fonts textuais en Història– encara per construir.

El darrer apartat sobre el funcionament bàsic de l'Arqueologia realitzava una primera proposta sobre la Teoria de la Cultura Material. L'objecte d'estudi de l'Arqueologia és la societat present i, particularment, aquells aspectes que tenen a veure amb les manifestacions materials que són, si comparem amb la resta d'éssers vius del planeta, exclusives de la nostra espècie, si més no, des del punt de vista quantitatiu. Per “manifestacions materials” entenc els espais naturals i socials que ens envolten amb els objectes continguts en ells, que són alhora físics i simbòlics, i influeixen en els comportaments humans (psicològics, socials, culturals), de la mateixa manera que aquests influeixen sobre els primers (Ardener, 1993). A grans trets es pot dir que el funcionament de la TCM parteix dels següents punts bàsics:

- Les activitats humanes no es desenvolupen en el buit, sinó en espais que són simbòlicament percebuts i que al seu torn condicionen les activitats.
- L'espai i el temps no són categories abstractes sinó dimensions creades per accions socials que es repeteixen i que n'atrauen d'altres.
- Els comportaments iteratius que es duen a terme en els diferents espais generen patrons al registre susceptibles de ser reconeguts.
- La variabilitat de la cultura material en els paràmetres de forma, decoració, funció, distribució, etc. reflecteix els fenòmens d'ús, consum i abandonament i les transformacions que pateixen al llarg del temps.
- De tal manera, la variabilitat del registre arqueològic permet fer inferències sobre la variabilitat de les accions socials i aquesta sobre l'organització social. Però, en virtut del comportament dels sistemes complexos, aquesta no és una relació mecànica sinó probabilista.
- La unitat mínima d'estudi no ha de ser l'objecte –com en la majoria d'estudis tradicionals– sinó que ha de ser flexible, des dels atributs fins a estructures, passant pels objectes, però sempre en funció de la pregunta plantejada, que té a veure amb les accions socials.

- Els objectes no s'han d'analitzar de manera aïllada sinó a través del concepte de context, que està format per una variable empírica, l'espai, i una d'inferida a través de les relacions significatives entre els objectes, que és el temps i els processos que s'hi ha desenvolupat.

En realitat, no és cert que no hi hagi Teoria de la Cultura Material en les primeres fases de la recerca arqueològica, però és implícita i s'empra intuïtivament. El problema és que fins ara totes les tendències han intentat construir el desxifrat del codi a mesura que s'excaven jaciments i, per tant, ens trobem en un cercle tancat. Per això cal construir una TCM que sigui anterior, a través de l'Etnoarqueologia i la Sociologia, que es basi en inferències i verificacions sobre la manera com tots els grups humans – l'exhaustivitat de les dades és una de les formes de controlar el problema de la inducció– produeixen i perceben la materialitat i es refini a través de contrastacions mitjançant documents i prediccions sobre el registre passat. Aquest ús es diferent al dels autors i autores processualistes, perquè feien servir l'Etnoarqueologia al final del procés, com a forma de contrastació d'hipòtesis sobre el passat en virtut de la universalitat del comportament humà en cada medi concret (Kent, 1987), mentre que jo la situo al principi, com a forma de crear un cos de coneixement sobre la interacció entre el comportament humà i l'espai físic en el present. Així serà possible esbrinar si de la mateixa manera que tenim una base de coneixements factuais i explicatius sobre l'univers, és possible establir patrons generals de comportament per les diverses societats en relació amb la materialitat que produeixen i a partir d'aquí realitzar prediccions.

La introducció de l'Etnoarqueologia torna a portar el debat sobre l'analogia intercultural. És possible que el problema de l'analogia desaparegui parcialment amb el nou enfocament presentat aquí: es cau en una extrapolació injustificada quan transferim descripcions i explicacions des del present cap al passat per explicar-lo, però no quan estudiem un problema concret en el present i resseguim la seva fenomenologia diacrònicament. En altres paraules, l'analogia es produeix quan apliquem el present al passat però no quan estudiem el present a partir del passat perquè es tracta del mateix fenomen en fases diferents. El problema és com interpretar la presència d'aquell mateix element al llarg del temps. Aquí és on intervé la TCM i la seva construcció passa, com deia, per una intercontrastació dels estudis en el present i en el registre arqueològic amb l'ajut de fonts històriques. Finalment, una altra manera de reduir la quantitat de correspondències possibles és tenint en compte només els processos de generació del registre material, és a dir, ocupar-se només de problemàtiques relacionades amb la cultura material.

En certa manera, la meua proposta de construir una TCM no està gaire allunyada del que pretenia Lewis Binford amb la seva Teoria de Rang Mitjà (Barceló, 1995). La Teoria de Rang Mitjà permet explicar per què el registre material adopta una disposició particular. S'ha volgut fugir d'ella perquè estava associada amb la *New Archaeology* i la seva cerca de lleis generals del comportament humà dins un sistema nomològic - deductiu, però, en realitat, forma la base de la teoria arqueològica i és una entitat heurística que té com a objectiu reduir el nombre de solucions possibles d'un problema. Malauradament, la crítica va aturar aquesta via de recerca per l'establiment d'una TCM i això ha estat transcendental per la disciplina perquè la materialitat és la font essencial de coneixement per l'Arqueologia i no tenim cap teoria general sobre ella. La Teoria de Rang Mitjà és l'element que permet connectar un estat inicial, una evidència empírica

amb una solució o interpretació, i ho fa en virtut d'unes observacions més generals sobre aquells mateixos atributs. Són heurístiques perquè constitueixen la condició que permet emprar aquella interpretació i no una altra, però no són les interpretacions pròpiament dites. El problema és que es va emprar una noció errònia d'inferència analògica, que connectava les dades i la interpretació etnològica quan, en realitat, aquest lligam s'ha d'establir entre l'evidència i les seves condicions d'activació. Per tant, l'analogia és un altre tipus d'operador d'associació i no pas una teoria simplista sobre les diferències i les semblances entre les societats humanes. La Teoria de Rang Mitjà es refereix a l'espai del problema, a la relació entre els diferents conceptes, i no pas a principis antropològics generals.

Així doncs, la meua proposta de construcció de la TCM implicava una integració d'algunes de les metodologies desenvolupades anteriorment per altres investigadors/es. Crec que és important revisar Childe, Binford –que aborda la construcció de la TCM des del punt de vista sincrònic–, Clarke –que ho fa des del diacrònic– i, sobretot, Ian Hodder, que constitueix una síntesi de l'Arqueologia processualista i postprocessualista. Tanmateix, la meua proposta és lleugerament diferent de la d' Ian Hodder perquè, malgrat que comparteixo la necessitat de tenir en compte les circumstàncies específiques de cada cultura i de cada jaciment, el *feedback* que la materialitat exerceix sobre les persones i la intervenció de l'investigador/a, ell posa l'èmfasi en el context, és a dir, en l'estudi detallat del propi registre material, mentre que per mi l'objectiu no és l'estudi del passat ni crec que es pugui tenir objecte a contrastar i contrastació en un mateix element perquè llavors es cau en un raonament circular.

En conclusió, el funcionament bàsic de l'Arqueologia quedaria de la següent manera:

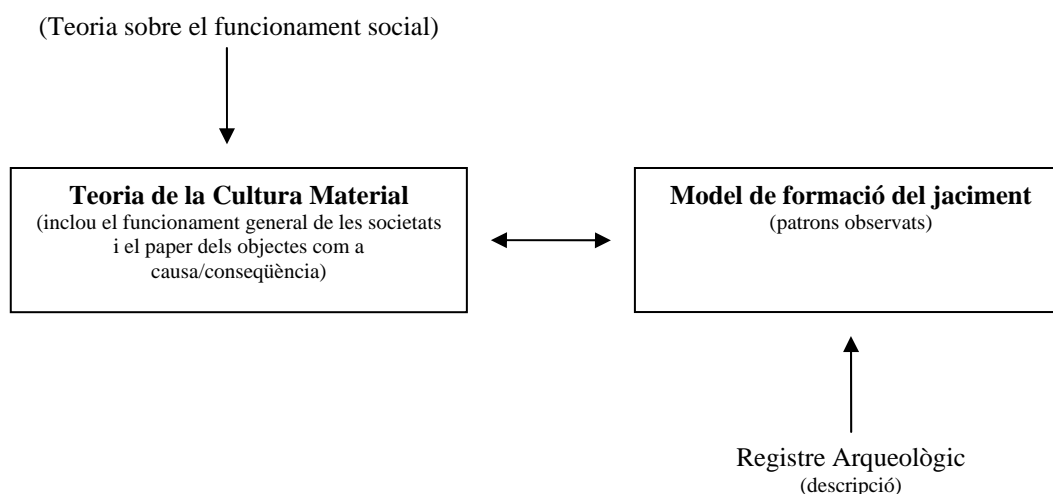


Figura 75: adaptació de l'esquema de funcionament del coneixement científic adaptat a l'Arqueologia.

Aquí, el Model_D (Read, 1990) s'ha convertit en el "Model de formació del jaciment" perquè era el més proper a les dades concretes i constituïa una idealització d'aquestes. En el nostre cas, es tracta de reflectir esquemàticament els patrons detectats al jaciment, de manera que establim punts de contacte per a encaixar amb l'altre model. El Model_T s'ha transformat en la "TCM" perquè és una representació més concreta de la teoria, en aquest cas, enfocada a la manera com els éssers humans produeixen, empenen i abandonen els objectes –en sentit ampli– i com aquests, al seu torn, influeixen en totes

les esferes de la seva vida quotidiana. La Teoria general correspondria al conjunt d'explicacions sobre el funcionament de les societats humanes, és a dir, posant l'èmfasi en les relacions, i prendria la forma d'un sistema complex. Aquesta mateixa importància dels processos caracteritza el model de la Cultura Material, però es limita als aspectes artefactuals. És a dir que, en aquest sentit, no es distingeix ontològicament de la teoria – com passaria, per exemple en Economia– sinó que n'és una concreció. La diferència amb les Ciències dures és que, en lloc d'assimilar-se el model a la teoria, és aquesta qui s'apropa al model pel fet que la societat no es pot caracteritzar a través d'enunciats legalistes.

El darrer apartat tenia com a objectiu era presentar la meua concepció sobre la utilitat de la RV en Arqueologia en tant que mètode quantitatiu. Per aquest motiu, començava fent un breu repàs de la contribució dels mètodes quantitatius i les aplicacions computacionals al procés de recerca i després es centrava en la funció específica de la RV. El procés de recerca arqueològica inclou totes aquelles tasques relacionades amb el registre arqueològic que es duen a terme de manera organitzada i sistemàtica. L'obtenció de coneixement per part de l'Arqueologia actual es pot entendre com una dialèctica constant entre la sintaxi i la semàntica (Barceló 2002), és a dir, entre la descripció de les dades i la seva interpretació. Es pot afirmar que, fins el moment, l'Arqueologia s'ha ocupat principalment de la sintaxi i, després, ha juxtaposat a aquestes descripcions excessivament detallades del registre una interpretació externa basada en una heurística més o menys consistent. La interrelació entre sintaxi i semàntica opera a dos nivells: a nivell general; i també a un nivell particular, dins de cadascuna de les fases en què es pot subdividir aquest procés –adquisició de les dades, representació, anàlisi, explicació–, ja que cadascuna d'elles opera amb les seves pròpies regles per construir els seus propis significats, que després s'integraran als altres per donar lloc al global. A aquestes quatre fases cal afegir-hi la difusió i la gestió.

Els mètodes quantitatius i les aplicacions computacionals participen en totes elles, però la concepció sobre la seva presència oscil·la entre dos pols: un orientat a les tècniques, és a dir, a l'aspecte més pràctic de la disciplina, que és la concepció predominant avui dia; l'altre orientat als objectius, és a dir, a l'àmbit de l'epistemologia, que es redueix al grup d'investigadors/es interessants en aquest àmbit. Tanmateix, l'aproximació sincrònica a la qüestió evidencia que els mètodes quantitatius transcendeixen l'estadi de la simple aplicació tècnica ja que s'integren, cada cop de manera més indèstria, en totes les fases del procés de recerca arqueològica i, fonamentalment, en el de l'explicació. Per això tenen o poden tenir una influència real en el debat interne de la disciplina i cal continuar explorant les seves possibilitats per millorar la situació epistemològica i social de l'Arqueologia.

Un cop repassada l'aportació dels mètodes quantitatius i les aplicacions computacionals al procés de recerca arqueològica, l'apartat es centrava en la contribució específica de la RV. La RV és una forma de representació del coneixement molt específica –computacional, icònica i interactiva– i per aquest motiu permet introduir en Arqueologia les capacitats dels models científics i, més específicament, de la simulació. Un model és una representació simplificada d'un objecte o d'un fenomen real, que permet descriure'ls i explicar-los. Admet la formulació en diferents llenguatges, funciona deductivament i no presenta el problema de la inducció perquè s'aplica a un cas concret. Sobre aquest model es pot operar de maneres diferents, amb l'objectiu d'obtenir coneixement, i una d'aquestes formes és la simulació. La simulació és una

tècnica (computacional) que “reproduïx” les característiques dinàmiques d’una entitat per tal de validar una hipòtesi interpretativa o explicativa sobre ella. La diferència entre les simulacions i altres tipus de models és que no representen mecanismes d’inferència sinó processos físics (Barceló, 1995). Aquest és el punt en què connecten la RV i els models. La RV és computacional, amb la qual cosa permet manipular les informacions a través de la seva traducció a la lògica abstracta pròpia dels ordinadors. Això significa també que és programable i, per tant, accepta la inclusió de sistemes de regles associats als elements que conté. Com que és icònica, resoldrà qüestions associades amb la geometria o l’espacialitat. I això, juntament amb el fet de ser interactiva, proporciona un entorn, un espai tridimensional en què relacionar-se de forma més intuïtiva amb les dades. En conclusió, la RV s’ha d’entendre com una simulació informàtica de tipus visual.

Actualment, l’Arqueologia fa servir tres tipus de models, en funció dels objectius, l’objecte d’estudi, etc. El primer cas, el dels models socials s’ha desenvolupat sobretot en l’àmbit de la teoria sistèmica i, més recentment, les aplicacions de sistemes complexos, per comprendre el funcionament de les societats. Pel que fa al segon cas, la RV pot constituir una forma de representació específica de l’Arqueologia perquè ambdues estan basades en la geometria. L’Arqueologia treballa en l’espai i amb el concepte d’espai; per consegüent, li és molt útil una eina de simulació espacial que, a més, pugui integrar la variable temporal. Així, la RV queda, en principi, restringida a les primeres fases del procés de recerca arqueològica –visualització de jaciments o paisatges, etc.– però no únicament com a eina descriptiva sinó també explicativa i comunicativa, ja que permet oferir diferents interpretacions i mostrar l’estat original de les restes i la metodologia. Però el tipus de RV que predomina actualment i que s’està difonent al públic general és el *Virtual Heritage*. El VH és un exemple molt clar de com l’Arqueologia ha integrat les diferents facetes del pensament neoliberal actual: representa la nova imatge “moderna” de l’Arqueologia, basada en una estètica *high-tech* i que proporciona imatges estandarditzades, definitives, aparentment “objectives” i neutres. No és interpretació ni discurs, és imatge tancada que s’ofereix al públic de manera completament aïllada i, consegüentment, no se sap d’on surt ni en què es basa i això anul·la la possibilitat de dialogar amb les informacions per construir el propi coneixement: les persones es converteixen en consumidores passives de mites visuals.

Podem dir que la RV és a l’Arqueologia allò que l’hipertext o el multimèdia –que mostra paral·lels evidents amb el postestructuralisme (Hodder, 1999)– és a la Història. En els dos casos es demostra que la tecnologia pot tenir avantatge i inconvenients perquè, de la mateixa manera que la RV es pot fer servir com a model científic o bé per reforçar una concepció positivista del passat, el fet que el multimèdia sigui principalment hipertextual reforça la idea de la Història com a narrativa i, sobretot, com a construcció de discursos subjectius i efímers. Per això els i les especialistes d’aquestes disciplines han d’ésser conscients que la tecnologia no és un fi sinó un mitjà al servei de les necessitats epistemològiques i comunicatives de la disciplina. És a dir, que no cal un escàner 3D per representar un simple capitell però, en canvi, cal centrar-se més en la interpretació perquè, darrera tanta sofisticació gràfica, l’Arqueologia segueix essent descriptiva.

La conclusió de tota aquesta secció situava filosòficament la meua proposta. És possible que es pugui emmarcar dins el que s’ha anomenat (Hodder, 1988) “Arqueologia processual - cognitiva”, una nova síntesi a partir del processualisme i el

postprocessualisme, que rebutja l'existència de lleis objectives independents i entén la ideologia com a element actiu dins les societats, per la qual cosa defensa la necessitat d'estudiar la simbologia i d'intentar copsar l'estructura de les transformacions, i això la porta a buscar la inspiració en la Biologia evolutiva, les matemàtiques de sistemes no lineals, etc. Tanmateix, la diferència principal és que jo crec que les problemàtiques s'han de plantejar en el present i no pas cap el passat com a única forma possible per construir una disciplina vàlida des del punt de vista epistemològic i social.

El capítol dedicat a la **funció social de l'Arqueologia** no era tan llarg com l'anterior perquè no es tractava de refutar una concepció sòlidament establerta en l'entorn acadèmic, sinó d'expressar les meves opinions, especialment pel que fa a la necessitat divulgativa, ja que això havia estat determinant per l'elecció del tema del projecte de recerca. Vaig dividir les explicacions sobre la funció social de l'Arqueologia en tres parts. La primera estava dedicada al vessant polític, és a dir, a l'ús del Patrimoni com a eina de legitimació d'identitats –socials o ètniques– i de reivindicació de les demandes relacionades amb aquestes. La segona estava dedicada al vessant econòmic: mostrava que el Patrimoni no és només un conjunt de pedres que costen diners perquè interfereixen en la construcció d'infraestructures i cal netejar-les, sinó que també poden contribuir a la dinamització econòmica d'un territori, especialment quan l'acció no es fa des del centre cap a la perifèria, sinó que es donen les eines i la paraula a les comunitats locals. La tercera part corresponia al vessant divulgatiu. La divulgació hauria d'anar en primer lloc perquè, des del punt de vista cronològic és el primer element que s'activa: posa en contacte la recerca i la societat i això permet els altres usos. Però aquí no s'entenia en aquest sentit, sinó des de la perspectiva de la funció educativa del coneixement arqueològic, que també és social i política.

La introducció continuava amb exposició sintètica de per què crec que l'Arqueologia és una disciplina social i com ho fa. En el primer cas, l'Arqueologia és tant social com qualsevol disciplina científica perquè la seva funció no és produir coneixement perquè sí, sinó que té una utilitat de cara a la societat. O potser, fins i tot, és més social que aquestes perquè, a més de tenir-la com a destinatària, la té com a objecte d'estudi, és a dir, que ens ofereix la possibilitat de reflexionar sobre nosaltres mateixos/es i aquesta és una activitat molt necessària per a la salut política i social de les comunitats humanes (occidentals). En realitat, aquesta no és una idea que es plantegi ara, sinó que es pot anar seguint des dels orígens de la disciplina i, per aquest motiu, seguidament repassava a grans trets l'evolució d'aquesta idea, des de Karl Marx al Postmodernisme, passant per Gordon Childe i la *New Archaeology*. En segon lloc, la manera com l'Arqueologia és social es derivava del seu objectiu. Aquesta disciplina s'hauria de plantejar preguntes sobre fenòmens socials actuals relacionats directament amb la materialitat, per resoldre-les des d'una perspectiva temporal i a través de les seves conseqüències materials. Una pregunta d'aquesta mena conté un vessant científic però també social, perquè les Ciències Històriques, com qualsevol branca del coneixement, s'esdevenen en un context social, polític, econòmic i cultural que les estimula. A més, l'Arqueologia actua sobre unes restes passades però que adopten el seu significat en aquest mateix present, com a concepte i com a objecte (Criado, 2001). El seu objectiu, per tant, és produir coneixement i generar intervencions útils en aquest context, tenint en compte el paper que les restes del passat juguen com a constructores d'identitat.

Havent esbossat breument per què i com l'Arqueologia és social des del meu punt de vista, només quedava definir el concepte de Patrimoni arqueològic, que constituïa la base dels tres vessants de l'Arqueologia presentats en aquesta secció. La definició partia de les lleis espanyola i catalana de Patrimoni, que estableixen una definició del concepte, una categorització dels elements susceptibles d'acollir-s'hi per tal de garantir la seva protecció en totes circumstàncies, una regulació de la seva gestió a nivell institucional i civil, i també les accions davant les infraccions. Dins aquest marc general, precisava què és el Patrimoni arqueològic: un tipus concret de Patrimoni caracteritzat pel fet de constituir el testimoni de les activitats humanes en el temps i l'espai, i una entitat alhora objectiva i subjectiva.

Un cop aclarida la concepció global de l'Arqueologia, passava a parlar dels tres vessants de la disciplina. El **vessant polític** es referia a la relació de l'Arqueologia amb les activitats que tenen a veure amb el govern de les societats i la gestió dels afers públics, ja sigui amb una orientació de dalt a baix, des de l'Estat cap a les persones, per exemple per la legitimació del govern o la creació d'identitats nacionals –funció predominant al s. XIX–, o bé de baix a dalt, una crítica de les masses populars cap el govern i també la reivindicació d'identitats ètniques –funció estesa al s. XX.

El vessant polític es deriva de la noció de Patrimoni (Bardavio i González Marcén, 2003; Chapman, 1998; Cleere, 1991; Vargas i Sanoja, 1990), ja que és l'expressió material, tangible, de la cultura de cada poble, que li és específica i, per això mateix, constitueix el testimoni de la del seu desenvolupament històric en un territori. També calia tenir en compte la seva dimensió com a bé públic: la perspectiva temporal fa que considerem que les restes són producte, en general, de les comunitats que habitaven aquell lloc abans del present i que, lògicament, es poden considerar avantpassades de les societats actuals, especialment si hi ha semblances en les formes o les funcions que mostrin la continuïtat històrica entre passat i present. D'aquesta manera, totes les persones que viuen actualment, són hereves d'aquesta cultura material, que se'ls transmet legítimament, de la mateixa manera que la llei estableix que, en cas d'absència de testament, els béns es transmeten seguint la línia de descendència. Així doncs, aquest nou vessant s'hi afegeix perquè la construcció de la noció d'Estat al s. XIX hi associa estretament una idea nacionalista i, encara que sembli contradictori, de propietat privada. I tal concepció es reforça amb la formació de l'Estat del benestar, pel qual l'Administració es converteix en garant de les llibertats i drets de la ciutadania i, conseqüentment, l'Estat està obligat a legislar per garantir-ne l'estudi i la conservació. Qualsevol dels dos casos condiciona la funció de l'Arqueologia, perquè si treballa amb objectes que pertanyen al conjunt de la població, està moralment obligada a conservar i difondre els coneixements que genera, tal com estableix la legislació.

Tot això ens mostrava que el Patrimoni és una construcció simbòlica, el contingut de la qual depèn del context ideològic de cada moment. Però en tots ells està lligada a la noció de la identitat i la memòria col·lectives. Malauradament, el Patrimoni és una arma de doble tallant: atès que constitueix la prova palpable de la relació històrica entre un grup humà i un territori, pot ajudar a recolzar les seves aspiracions nacionalistes; però igualment es pot invertir aquest argument amb la finalitat de destruir-les. Per demostrar-ho, l'apartat oferia alguns exemples –els feixismes europeus, els conflictes als Balcans (Chapman, 1998; Ruiz Zapatero, 1994)– de com en cas de guerra és quan s'utilitza més el Patrimoni per perjudicar físicament i simbòlicament l'enemic. Això no obsta perquè hi hagi un altre tipus de destrucció del Patrimoni, que no es té gairebé mai en compte i

que és encara més nociva que l'anterior: la provocada per les necessitats de la reconstrucció després dels conflictes bèl·lics (Artin, 1998). Per altra banda, a més de servir per recolzar identitats i legitimar les reivindicacions associades a aquestes, el Patrimoni també serveix per il·lustrar mites sobre el passat, en els quals es projecten els desigs i insatisfaccions sobre el present. Un exemple molt proper d'això o, més aviat, a mig camí entre l'ús polític i la concepció mítica del passat, és l'ús del Patrimoni per recolzar una noció totalment artificial d'identitat europea comuna (Ashworth, 1995).

Davant de totes aquestes realitats, l'Arqueologia no ha de voler restar neutra i per això aturar-se en la pura descripció de les restes, sinó que, atès que és ella qui manté el contacte més estret amb les restes, s'ha d'implicar en la societat, proporcionant dos tipus de coneixement: en primer lloc, explicatiu, que mostri la continuïtat entre el passat i el present evidenciada per la materialitat i que permeti evitar la manipulació dels discursos; i, en segon lloc, coneixement metodològic, que serveixi com a eina d'(auto)crítica o de consciència sobre la realitat històrica actual. Aquest és el mateix tipus de funció que acompleixen altres branques de coneixement que, cadascuna a la seva manera, contribueix a la societat, ja sigui a través de la producció d'instruments o de coneixements aplicables. En aquest sentit, l'Arqueologia compta amb mitjans molt poderosos per accomplir aquesta funció, perquè el museu pot ser accessible a tots els tipus de públic, de totes les condicions socials i edats, i perquè presenta l'evidència directa, tangible, sota la forma d'objectes o de jaciments musealitzats. En relació amb això, l'apartat explicava un exemple d'ús polític de l'Arqueologia: la concepció llatinoamericana de l'Arqueologia (Barceló, 1998a: 116; Díaz-Andreu, 1998: 41; Rivera Dorado, 1994; Vargas i Sanoja, 1990).

De totes maneres, cal tenir molt present una cosa que els arqueòlegs i les arqueòlogues oblidem sovint: l'Arqueologia és només la forma d'aproximació al passat pròpia de les societats occidentals i, fins i tot, en aquest context cultural, no té per què ser la única: existeixen altres formes de preservació de la memòria històrica, com per exemple, la tradició oral, que ja existia molt abans de l'aparició de la disciplina i que, aquesta sí, és característica de tota l'espècie humana. Però és que fins i tot la forma mateixa de construcció de la identitat pot produir-se per altres mecanismes, basats en concepcions diferents de la mort, el parentiu, el coneixement i, fins i tot, el temps i l'espai (Díaz-Andreu, 1998). Així doncs, si més no en les societats occidentals, en lloc d'interpretar el passat, l'Arqueologia ha de proposar explicacions científiques sobre els fenòmens actuals. És molt possible que això atorgui una nova imatge social a l'Arqueologia, que acabi amb la idea que qualsevol persona es pot dedicar a fer aquesta feina: igual que en altres disciplines, conté un nucli conceptual i metodològic bàsic que només els i les especialistes estan capacitats/des per manipular. Però, després, els coneixements generats són propietat de cada societat, de la mateixa manera que ho són les vacunes o la fusió atòmica. Per tant, l'Arqueologia contribueix amb el seu vessant polític a analitzar i comprendre els fenòmens socials, polítics i econòmics actuals i per assolir-ho no ha de divulgar simples interpretacions sinó que ha de proporcionar també una valoració sobre la manera com s'hi ha arribat, és a dir, dotar les persones de les eines que els permeten a construir la seva concepció crítica del món.

El **vessant econòmic** es referia a la gestió del Patrimoni arqueològic i el paper que juga en el desenvolupament del sistema productiu d'una comunitat. És un altre àmbit en què actualment encara hi ha problemes, que repercuteixen negativament sobre la conservació de les restes, la imatge de la disciplina i la seva funció social. I les causes

provenen tant de les inconsistències epistemològiques internes –i, conseqüentment, la imatge social que es projecta– com de la legislació, que reforça aquesta concepció i dificulta la seva superació, amb la qual cosa l'Arqueologia no acaba de trobar el seu lloc en les relacions polítiques, econòmiques i socials actuals.

Les explicacions corresponents a aquest vessant començaven amb la presentació de la problemàtica lligada al Patrimoni. En primer lloc, el fet que està essent constantment atacat perquè es considera que el Patrimoni fa nosa al progrés de la societat. La seva descoberta sempre és traumàtica per les molèsties que comporta, la qual cosa demostra que no hi ha consciència que el seu valor també pot ser econòmic, a més de polític i cultural. Per altra banda, la pròpia llei fomenta una concepció monetària i artística que del Patrimoni que és, precisament, la causa del seu espoli, contra la qual lluita en altres apartats (Querol, 1992). Per exemple, només els jaciments més rellevants són classificats, protegits i divulgats i, per tant, només aquests són rendibles. Les excavacions d'urgència (Domínguez, Fernández *et al.*, 1994; Querol i Martínez Díaz, 1996) també influeixen negativament en la percepció i conservació del Patrimoni perquè és a través seu que es cataloguen les restes trobades i això ha reduït el paper dels/les arqueòlegs/òlogues a simples “rescatadors/es” d'objectes i d'informació que treballen de manera precipitada,

Tot plegat ha contribuït a construir la concepció contradictòria que té la societat del Patrimoni. Aquest es considera important pel seu simbolisme però, alhora, com que també se li ha atorgat un valor monetari, es rebutja com a entitat material que forma part del medi perquè la creixent valoració de la informació que aporta fa que ja no es desenterrin simplement els objectes bonics sinó que tot jaciment s'hagi d'excavar acuradament i això endarrereix les obres d'infraestructura. Així doncs, segons Felipe Criado (Criado, 1996) el significat del Patrimoni ja no té a veure amb la identitat nacional, sinó que la concepció burgesa del “Patrimoni Històric” s'ha transformat en un “Patrimoni Cultural” mercantilitzat. La seva reflexió filosòfica és totalment contrària a la creença general que l'Arqueologia està en decadència científica. Allò que està realment en decadència són les velles concepcions “històric - artístic - literàries - burgeses” del s. XIX. Aquest canvi és la causa que hi hagi problemes en la gestió del Patrimoni, perquè s'està produint un procés de readaptació social, que ha portat a un trencament del consens entre els i les professionals de la gestió del Patrimoni.

Davant d'aquesta realitat, l'Administració es troba amb que cal conciliar la voluntat de preservar alhora l'objecte i la informació que conté. Per garantir aquesta doble protecció, les lleis espanyoles estableixen que el primer a intervenir sobre el Patrimoni siguin els arqueòlegs i les arqueòlogues professionals. Però, malgrat l'encert en l'adjudicació d'aquesta responsabilitat, ens trobem que hi ha una sèrie de problemes que dificulten la gestió del Patrimoni per aquesta via. El primer entrebanc prové de la imprecisió en la definició de la paraula “arqueòlegs”, ja que no hi ha cap titulació universitària “d'Arqueologia” que garanteixi alhora els coneixements científics i el reconeixement legal de la capacitat per exercir-los. En segon lloc, es fa difícil regular les condicions laborals d'aquest sector perquè l'Administració té una visió retrògrada de la disciplina, que la porta a separar sistemàticament els/les professionals que s'ocupen de la gestió del Patrimoni i aquells/es que l'estudien, encara que tots dos grups tinguin obligatòriament una formació similar (Domínguez, Fernández *et al.*, 1994; Querol i Martínez Díaz, 1996). La situació es complica quan entren a competir els/les professionals lliures, que no estan adscrits/es ni a la Universitat ni a l'Administració, es

troben immersos/es en una xarxa de relacions complexes i acaben formant empreses per fixar les relacions entre ells, amb els constructors, amb l'Administració i, en última instància, amb el Patrimoni.

Per resoldre els diversos conflictes generats al voltant del Patrimoni, crec que hauríem de prendre exemple del model britànic de gestió del Patrimoni: han triat la difusió com a forma de protecció, però no limitant-se a proporcionar informacions, sinó fent participar la gent en el procés de recerca perquè d'aquesta manera s'hi involucren intel·lectualment i emocionalment. Val a dir que això és degut a les circumstàncies específiques del Regne Unit, que posseeix una llarga tradició d'Arqueologia aficionada (Schadla-Hall, 2002), la qual comportava un perill real permanent de destrucció del registre arqueològic. No sé si al nostre país hi ha les condicions socials i polítiques i, sobretot, ideològiques, perquè es pogués aplicar aquest recurs.

L'Administració ha creat lleis excessivament ambicioses i ha confiat massa en la lliure regulació del sistema: per exemple, l'obligació de finançar les excavacions no garanteix necessàriament una actitud comprensiva i favorable, perquè el coneixement científic no té traducció directa en termes monetaris ni utilitat social evident. Tanmateix, diversos casos demostren que l'Arqueologia no només no és una nosa des del punt de vista econòmic, sinó que pot generar, de manera molt simple, la riquesa necessària per autofinançar-se i, fins i tot, crear un petit excedent que es pot reinvertir en altres sectors econòmics. Els exemples presentats eren el *Jorvik Viking Centre* de York (Addyman, 1994), la *Butser Ancient Farm* a Hampshire (Reynolds, 1988) i l'Ename Center a Oudenaarde (Callebaut, 2002). L'èxit d'aquests llocs tant diferents és degut al desenvolupament, durant la segona meitat del s. XX, dels sectors de l'oci i del turisme cultural, que han aportat una nova dimensió al Patrimoni (Ashworth, 1995; Herbert, 1995). Aquest fet té els seus avantatges i els seus inconvenients. Per començar, el Patrimoni es mercantilitza, de manera que augmenta el nombre de coses que integren aquest concepte. Per altra banda, com que cal arribar a un públic més divers, s'han de posar en funcionament noves formes de comunicació. El turisme també proporciona una font de finançament que redunda en benefici de la conservació del Patrimoni i pot proporcionar llocs de treball en zones més pobres o empobrides com a conseqüència dels canvis en la base econòmica regional o estatal. Però, habitualment, això també va acompanyat de seleccions i interpretacions que distorsionen el jaciment o l'objecte i, sovint, perjudiquen la comunitat local perquè altera la seva forma de vida o, simplement, la seva identitat cultural.

El debat subjacent a totes aquestes pràctiques és com conciliar les demandes científiques o de conservació i les del capitalisme, perquè en bona part es troben oposades tant pel que fa a l'objectiu com pel que fa al mètode. En realitat, la problemàtica actual és l'expressió del conflicte entre les velles i les noves concepcions sobre l'explotació del Patrimoni: la primera, elitista, esteticista, centrada en la preservació i amb una concepció purista de la Història; la segona, més encarada a la difusió, a l'actualització dels usos, l'explotació i la conservació. Probablement, part de la solució es troba en eliminar la distinció tradicional, simplista i implícitament pejorativa, entre Arqueologia "acadèmica" i "de gestió", i intentar sistematitzar tots els vessants de l'Arqueologia. Atès que el Patrimoni és un bé comú i que l'Estat, que és l'encarregat d'administrar-los, és el punt de contacte entre els diferents col·lectius relacionats amb el Patrimoni, recau sobre ell la responsabilitat d'organitzar les activitats relacionades amb les restes arqueològiques de manera òptima, mitjançant una legislació

i un sistema d'aplicació àgil i eficaç. Però, a diferència d'allò que han publicat alguns autors i autores anteriors, crec, com Felipe Criado (Criado, 1996), que la solució als problemes socio - econòmics de l'Arqueologia no és responsabilitat exclusiva de l'Administració, sinó que primer cal que l'Arqueologia arregli els seus problemes interns, començant per la base epistemològica, i així podrà adequar-se a les exigències del context històric actual. Això representa abandonar el paper tradicional de disciplina acumuladora de coneixements sobre el passat i convertir-se en una eina de solució de problemàtiques sobre la materialitat present.

L'altre vessant de la funció social de l'Arqueologia –o, en general, de les disciplines històriques– era el **didàctic**, que es pot desenvolupar tant en els entorns educatius formals com informals. Aquesta funció es deriva del fet que la disciplina estudia un seguit d'objectes que formen part del Patrimoni i, conseqüentment, totes les activitats que duu a terme han d'estar dirigides a la societat, que és la legítima propietària d'aquests objectes. D'aquest fet es desprèn que no seria legal que un col·lectiu reduït es reservés el coneixement i els beneficis que se'n desprenen. D'altra banda, el Patrimoni no pot acomplir la funció social que se li assigna si no es posa a disposició de la societat: la divulgació és l'encarregada d'establir el pont entre un i altra. A més, s'ha comprovat que l'educació és l'arma més poderosa per la protecció del Patrimoni (Querol i Martínez Díaz, 1996).

L'aprenentatge d'aquest àmbit del coneixement està orientat fonamentalment a dos objectius: d'una banda, la integració d'una ideologia política - social o un sentiment d'identitat en relació amb una determinada comunitat; de l'altra, l'adquisició d'actituds o habilitats generals que permetin una anàlisi i comprensió crítica del món i portin a actuar-hi amb judici i responsabilitat. La necessitat de proporcionar també aquest segon vessant prové del fet que no existeix una veritat absoluta sobre el passat i, per tant, no seria ètic limitar-se a substituir una imatge per una altra, encara que sigui transmesa de manera més atractiva (Schouten, 1995), perquè igualment cauríem en la manipulació. La solució, per tant, és fer que l'Arqueologia arribi a la societat sota la forma de coneixements actualitzats sobre el passat, però juntament amb les eines per comprendre com s'han generat aquestes interpretacions per tal de dotar la gent d'autonomia a l'hora de pensar el seu passat i, per tant, el seu present. El fet de proporcionar la metodologia, a més de ser més honorat, involucra tots els sentits –a través de l'experimentació o els “hands-on”– i això satisfà les demandes comunicatives del públic que el propi autor invocava. El problema és que, sobretot a Europa, es forma els arqueòlegs i arqueòlogues només per realitzar una tasca científica: encara que s'adonin de quin és el seu paper real i tinguin molt bones intencions, no estan preparats/des per integrar la dimensió política, legislativa, social, etc. del Patrimoni i, en part per aquest motiu, en part també perquè creuen protegir la seva professió (Schadla-Hall, 2002), no esmercen més temps a garantir la correcta difusió del Patrimoni.

El punt de vista presentat en aquest treball de recerca s'emmarca dins les concepcions actuals de l'ensenyament, que es basen en un model psicopedagògic de tipus constructivista. Comparteixo la idea propugnada per diferents autors i autores (Asensio, 1993; Asensio, Carretero *et al.*, 1986; Bardavio i González Marcén, 2003; Junco, 2002; Pozo, 2002; Pozo, Asensio *et al.*, 1989; Trepal i Alcobarro, 1994) que les característiques específiques de les disciplines històriques –pluridisciplinarietat; ús de la cultura material; domini del temps històric i la causalitat múltiple; relativisme cognitiu; etc.– les fan ideals per adquirir continguts procedimentals, factuais i actitudinals, que

contribueixen a desenvolupar un tipus de raonament –el pensament formal– que, en aquest cas concret, permet analitzar i jutjar objectivament –és a dir, en relació amb uns determinats criteris o objectius– el medi cultural humà. És important remarcar que aquesta concepció de les disciplines històriques no les orienta cap el passat sinó cap el present: el seu objectiu últim no és adquirir informacions sobre el passat, sinó que aquestes i tot el corpus teòric - metodològic destinat a obtenir-les serveixen de vehicle per comprendre el propi horitzó vital i actuar-hi.

Havent presentat les concepcions generals sobre la relació de l'Arqueologia amb l'educació, tant des del punt de vista social o Patrimonial com des del pedagògic, l'apartat es centrava en la utilitat o els vincles que uneixen la disciplina amb els dos principals entorns d'aprenentatge: el formal i l'informal.

En el cas de l'entorn formal d'aprenentatge, l'assignatura d'Història no s'acaba amb la memorització d'uns fets sinó que consisteix en la “reproducció” adaptada al nivell cognitiu de la persona o el col·lectiu del procés construcció d'aquest coneixement. I això significa que, d'alguna manera, està simulant l'estructura bàsica del procés de recerca científica, que també té com a finalitat la comprensió del present i no pas la descripció del passat. En segon lloc, l'aspecte metodològic que propugna el constructivisme es fa més visible en el cas de l'Arqueologia perquè, pel fet que té la cultura material com a font principal de coneixement, posseeix un component aplicatiu molt marcat. L'Arqueologia ajuda a comprendre el món des d'una perspectiva materialista, empírica, a connectar les observacions sobre les evidències físiques actuals amb els processos dinàmics que les han generades, i ho fa amb l'ajut de diverses metodologies compartides amb altres disciplines científiques que també s'ensenyen en el marc educatiu escolar i que aquí troben una aplicació pràctica i integrada. Això es recull en l' “Arqueologia de l'entorn proper” (Bardavio i González Marcén, 2003; Gozalbes, 1995), una metodologia pedagògica que té com a objectiu l'estudi de l'entorn més immediat de l'alumne/a i que ha obtingut molt bons resultats tant des del punt de vista dels processos d'ensenyament - aprenentatge com des del social i cultural. Per altra banda, l'anàlisi arqueològica es centra en els atributs físics dels objectes arqueològics, a partir dels quals es realitzen inferències sobre les organitzacions socials. Totes aquestes activitats també redunden en benefici dels objectius purament escolars perquè ajuden a desenvolupar habilitats cognitives bàsiques. Per aquest motiu, diversos autors/es (Boj, 2001; Schadla-Hall, 2002) insisteixen en el fet que l'Arqueologia és una de les millors matèries per ensenyar en l'àmbit educatiu formal: el seu gran avantatge pedagògic és la riquesa de procediments i la motivació intrínseca.

En el cas de l'entorn informal d'aprenentatge, els museus constitueixen una de les instàncies principals de contacte entre la professió i el públic general. I això, per diverses raons (Schadla-Hall, 2002): en primer lloc, perquè, la majoria de vegades, la presència de l'Arqueologia en el currículum escolar acostuma a ser molt minsa i sempre està limitada per la rígida estructuració de l'entorn formal; en segon lloc, perquè les exposicions atrauen públic escolar però també públic adult; i, en tercer lloc, perquè aquest contacte es produeix de manera continuada, ja que cada vegada que es crea una nova exposició temporal o se'n renova una de permanent, s'actualitzen els coneixements transmesos al públic, d'acord amb les concepcions o novetats de cada moment. També hi ha una altra forma de difusió convencional, la publicació, però és molt menys atractiva perquè és una activitat que es realitza en solitari; demana un gran nivell de concentració i una inversió important de temps; acostuma a ser feixuga,

destinada a especialistes. Naturalment, per tot això, la gent prefereix destinar el seu temps a altres activitats, menys associades a l'entorn escolar. Un darrer avantatge del museu respecte de les publicacions o, fins i tot, l'entorn formal, és que s'ha demostrat que a través del llibre de text o el manual i les publicacions per al gran públic la gent adquireix una sèrie d'idees mítiques que cal corregir (Kristiansen, 1996). El museu, gràcies al seu component experimental i emocional és el millor preparat per aconseguir aquesta tasca.

Seguidament, l'apartat presentava un seguit d'exemples paradigmàtics de museus arqueològics i debatia les concepcions subjacents a cadascun d'ells. Aquests exemples eren la *Butser Ancient Farm* a Hampshire (Reynolds, 1988) i l'*Archaeological Resource Centre* (ARC) de York (Schadla-Hall, 2002), representatius de diferents formes de mostrar metodologia Arqueologia, i el *Jorvik Viking Center* de York (Addyman, 1994), totalment oposat als anteriors perquè ofereix una recreació immersiva del passat, però posseeix una potent reflexió al darrera que justifica aquesta solució museològica. Tanmateix, la majoria de museus presenten un enfocament "històric" perquè els objectes ja no es valoren només per la seva bellesa estètica sinó també com a representants dels fets del passat i això té dues conseqüències: que es segueixen ordenant (cronològicament) i que segueixen constituint el centre de l'univers expositiu, amb la qual cosa, implícitament, presenten una imatge de l'Arqueologia com a activitat receptiva, passiva, que consisteix en l'acumulació de dades (dubtoses) sobre un passat que té poc a veure amb nosaltres. Això és així perquè encara ens seguim centrant en els resultats i no aprofitem el potencial metodològic de tot el procés (Schadla-Hall, 2002), que no només comporta beneficis de tipus intel·lectual, sinó també social i patrimonial.

En relació amb tot l'exposat, la RV pot aconseguir un paper educatiu important. Les reconstruccions virtuals emprades fins ara mostren una RV estàtica, derivada d'un ús descriptiu de la disciplina, que contribueix encara més a la manipulació perquè les imatges tenen un gran impacte sobre l'imaginari col·lectiu. Per assolir la funció crítica metodològica propugnada en aquest projecte, la RV ha de perdre el seu vessant de *Virtual Heritage* i aprofitar la seva interactivitat inherent, mostrar de quina manera s'assoleixen els coneixements sobre el passat, no pas perquè la gent pensi que tothom s'hi pot dedicar, sinó perquè compreguem com es generen els discursos i integri la consciència crítica que se'n deriva.

III.2.2.2. Els museus, punt de contacte entre la societat i l'Arqueologia

El segon capítol estava dedicat als museus perquè aquests són actualment un dels principals punts de contacte entre l'Arqueologia i la societat i, com que les seves principals funcions externes coincideixen amb els tres vessants de l'Arqueologia, constitueixen un dels agents o motors principals a través dels quals l'Arqueologia pot accelerar o reforçar les seves transformacions internes i millorar l'acompliment del seu rol social. En aquest sentit, el present projecte de recerca partia de la premissa que els museus compleixen principalment una funció social, i això és el que s'exposava a la segona secció del capítol, després d'haver parlat del paper dels objectes, perquè aquests constitueixen l'element essencial, definidor dels museus i, per tant, determinants per

qualsevol de les seves funcions posteriors. Seguidament, la secció passava a parlar de les funcions de l'exposició perquè aquest és l'espai real de contacte entre l'Arqueologia i el públic i, des d'aquest punt de vista, es referia al funcionament comunicatiu general i a una de les seves materialitzacions concretes, la funció educativa.

Com que les concepcions presentades en aquest capítol són resultat d'una evolució històrica, la introducció exposava els factors causals que es troben a la base de les transformacions museogràfiques que han donat lloc a les funcions i les formes expositives actuals. Aquests factors eren els següents (Asensio i Pol Méndez, 1996; Falk i Dierking, 2000; Hernández Cardona, 2003; Hooper-Greenhill, 1994a; 1998; Pastor, 2004; Valdés, 1999): el context de la Societat de la Informació; les imposicions de l'economia de mercat; l'accés al museu de nous segments de públic amb noves necessitats com, per exemple, les famílies; la transformació de la teoria i la pràctica de l'educació; i, en el cas concret dels museus d'Arqueologia, la concepció de la disciplina. Tots aquests factors han contribuït a transformar el paradigma tradicional de museu i a donar cabuda a noves formes patrimonials, nous espais, noves comunitats i nous tipus d'activitats que conformen la nova funció social del museu al segle XXI i que servien de guia per estructurar les reflexions presentades al capítol. La introducció acabava presentant una breu categorització de museus relacionats amb l'Arqueologia (Fernández, 1999) perquè aquesta és una qüestió prou general i bàsica per haver de ser situat amb anterioritat a qualsevol altra consideració.

La primera secció parlava sobre el **paper dels objectes** perquè constitueixen la base de totes les funcions del museu. La secció començava amb una breu reflexió general, que aclaria per quin motiu els objectes constitueixen la base dels museus i en determinen la seva funció social. El Patrimoni posseeix un valor epistemològic i ètic inigualable, que és consubstancial a les disciplines que el fan servir com a font de coneixement i, per tant, també constitueix la base del museu –que és una de les principals formes de comunicació d'aquests corpus de coneixement científic– i en condiciona la funció social - educativa: aquest es dedicarà a la transmissió de coneixements factuais, procedimentals, i també de valors i actituds envers la diversitat cultural humana. Els museus presenten un avantatge respecte d'altres formes de difusió de coneixement científic perquè el llenguatge dels objectes és especialitzat, però l'exposició pot ajudar a resoldre aquest problema aprofitant dues coses: en primer lloc, que la major part de la nostra vida quotidiana es basa en la interacció amb els diferents tipus d'objectes i, en segon lloc, que els objectes són entitats semiòtiques flexibles i permeten construir discursos diversos.

Així doncs, l'element distintiu dels museus respecte d'altres institucions educatives o mitjans de comunicació és la presència dels objectes. En relació amb aquesta afirmació s'obrien dues línies de discurs, una de tipus educatiu i l'altra de tipus epistemològic. En la primera (Hernández Cardona, 2003; Pastor, 2004), s'aclaria que l'aprenentatge a través de la cultura material no és una cosa nova sinó que arrenca al s. XIX amb les "llicions amb objectes" pròpies de l'escola victoriana. Això no obstant, tradicionalment, aquest ús didàctic s'ha plantejat sempre en termes d'il·lustració d'un discurs preestablert que en cap cas se'n servia com a evidència demostrativa o feia referència a la seva presència i influència en el context de la societat actual. La segona línia de reflexió (García Blanco, 1999; Hooper-Greenhill, 1994a; Pearce, 1992) tractava el fet que la manera com els museus presenten el coneixement sobre els objectes i a través d'ells està determinada pel coneixement científic del domini de referència, que els dota de

contingut i estableix relacions lògiques entre ells. És a dir, que el seu paper com a suport depèn de la seva consideració epistemològica dins la disciplina i és per això que s'analitzaven amb detall els diferents enfocaments que s'han succeït en el si de l'Arqueologia i el seu reflex a les sales dels museus:

- **Històric - cultural i històric - artístic:** èmfasi en la classificació de les peces pel seu valor estètic o representatiu del nivell de civilització.
- **Funcionalisme:** els objectes informen sobre el funcionament adaptatiu de les societats.
- **Estructuralisme:** els objectes tenen un paper actiu com a sistema comunicatiu que organitza l'espai, les activitats i les actituds. Aquestes mateixes estructures bàsiques es troben també en el disseny de les exposicions perquè reflecteixen el nostre univers quotidià. Conseqüentment, també són susceptibles de ser analitzades a través de la metodologia estructuralista o semiòtica per tal de comprendre de quina manera produeixen significats.

Aquesta mateixa funció representativa o s'ígnica dels objectes dins el marc de les societats humanes és la que els confereix, des del punt de vista del museu, la capacitat de construir diferents tipus de discursos. Un objecte posseeix al llarg de la seva existència diferents nivells de significació, perquè aquesta varia en funció del context cultural en què es troba immers: en el context original, l'objecte actuava com a signe; en el moment que es converteix en font de coneixement, actua com a indicatiu; i, finalment, en introduir-lo al museu per expressar un missatge, a través del procés de selecció, l'objecte, que és alhora significant i significat, es converteix en símbol i, d'aquesta manera, es transforma en element significant dins el conjunt de l'exposició. Els objectes hi actuen a través de relacions de metonímia amb el seu temps i espai perquè es prenen com a representants de la totalitat d'aquest marc del qual formaven part intrínseca. Tanmateix, la relació amb el seu context cultural original és metafòrica perquè l'hem extret d'aquí i l'hem transferit a un altre que pretén evocar-lo. Dins el marc semiòtic de l'exposició, els objectes activen el seu significat a través de la interacció entre tres elements concomitants: les seves característiques formals; el significat que aquestes els atorguen en funció de les seves experiències, coneixements previs i educació social; i les claus interpretatives que, sota la forma de texts, dibuixos o possibilitat de manipulació interactiva, el museu afegeix per ajudar a la comprensió del significat específic de l'objecte i a vincular-lo al missatge global de l'exposició.

La secció acabava amb dues reflexions derivades de tota l'explicació anterior. La primera es referia al problema que caracteritza els museus arqueològics i que reflecteix precisament el fet que la disciplina sempre ha estat a mig camí entre la Història i l'Art. Com a conseqüència del fet que la Història no s'interessava per la cultura material perquè ja tenia els documents escrits com a font de coneixement, no es va construir un marc teòric sòlid per explicar el passat a través d'aquests i, a l'hora de valorar i comunicar el Patrimoni, va prevaler el paradigma artístic original, reforçat per la impossibilitat de les fonts arqueològiques de respondre al mateix tipus de preguntes que les històriques. Tot això es reflecteix a les exposicions perquè no sempre existeix un veritable discurs que vinculi els objectes amb el passat i, encara menys, amb el present.

La segona reflexió tenia a veure amb el fet que la introducció de les TIC està fent trontollar la definició tradicional de museu perquè fa desaparèixer els objectes. Però, en realitat, la qüestió està mal plantejada perquè l'element crític no es troba en la dicotomia objecte/idea sinó en la dicotomia materialitat/intangibilitat. Els objectes arqueològics són fonts primàries de coneixement, la qual cosa significa que no cal necessàriament que siguin originals i siguin tangibles. Per això, la majoria de les formes actuals de Museu Virtual segueixen contenint (representacions d')objectes i només en els extrems del concepte els objectes cedeixen el seu lloc a la pura informació i la participació. El més interessant d'aquesta qüestió és que les TIC han tornat a proposar, per una altra via, una de les idees de museu proposades per André Malraux amb els seus llibres d'imatges, però, sobretot que permeten recuperar la idea original del "*mouseion*" com a espai de contemplació i d'intercanvi intel·lectual.

La següent secció estava dedicada a parlar de la **funció social** que duen a terme els museus. La primera funció del museu actual és (Valdés, 1999), tal com es deriva de la definició de museu de l'ICOM i de les legislacions nacionals, la preservació del Patrimoni per tal que pugui acomplir les seves diverses funcions. La següent per ordre de necessitat és la recerca, perquè només a través de l'adquisició de coneixement sobre el Patrimoni aquest esdevé significatiu. I, finalment, la dimensió social s'assoleix pel fet que aquest coneixement no queda limitat a l'esfera acadèmica, sinó que es difon a tots els hereus i les hereves d'aquells béns perquè en puguin disposar de la manera més adequada. Per altra banda, com a canal d'expressió del coneixement sobre el Patrimoni, els museus també compleixen les funcions política i econòmica pròpies de l'Arqueologia. En el primer cas, les restes que contenen són el resultat de les accions socials de les comunitats anteriors, amb les quals la societat present se sent vinculada de diverses maneres: per aquest motiu, un museu pot contribuir a construir la identitat d'un poble, ciutat, o regió concrets. En el segon cas, la creixent importància de l'oci i del turisme cultural (Ashworth, 1995; O'Neil, 1991), ha convertit els museus en centres d'interès i afluència molt importants, per la qual cosa són els agents reals de la dinamització econòmica d'un territori. La prova és que cada cop més empreses financen els museus perquè això atrau el turisme cultural i permet guanyar diners però, en contrapartida estan sotmesos a una constant pressió de demostrar que són rentables i es mercantilitza la seva funció.

Havent fet aquest repàs general de les funcions del museu de cara a la societat, la reflexió sobre la funció social s'aprofunda de dues maneres. La primera, a partir de la comparació entre el museu centralitzat universal i el local (Fernández, 1999; Horne, 1992; O'Neil, 1991) que, a diferència del primer, abstracte i universalista, constitueix un punt d'intercanvi o de diàleg real entre les comunitats (locals) i el públic visitant. L'avantatge d'aquest tipus de museu és que és molt més proper a la gent i, per tant, pot acomplir realment una funció social, que es manifesta tant a nivell intern –cohesionar el grup, reforçar el sentiment de pertinença– com extern –donar-lo a conèixer, juntament amb les seves característiques i activitats, perquè no desaparegui, i així també es reforça la seva identitat des de fora. Tanmateix, (Valdés, 1999) tampoc no és convenient que la gent només es centri en ella mateixa i perdi el contacte amb altres cultures però tampoc no ho és que no disposi del seu propi Patrimoni.

La segona forma de reflexió sobre la funció social del museu era a través de la capacitat dels museus de trencar la tendència a la bipolarització de la societat actual des del punt de vista de l'accés a la informació gràcies a la seva capacitat de satisfer públics,

interessos i estils d'aprenentatge molt diversos (Falk i Dierking, 2000). Però, com satisfer efectivament les demandes i necessitats d'un públic que és molt divers i, a sobre, canvia ràpidament? La solució passa per dos canvis d'orientació (Dodd, 1994; O'Neil, 1991). El primer, no pensar les exposicions per a un públic general, abstracte – com fan els museus estatals –, sinó per a grups concrets. I el segon, conèixer els grups amb tot detall o, millor encara, que participin en la construcció del museu i s'expressin a través d'ell. D'aquesta manera, tornava a aparèixer la idea que la funció social del museu s'acompleix a través de la localitat, però que això també comporta una oposició entre els dos tipus de museu, l'estatal i el popular, que ens indica que, en el fons, no és que els museus o la disciplina estiguin *per se* mal plantejats, sinó que estaven pensats per les necessitats i les concepcions pròpies del s. XIX i el fet d'estar tan estretament vinculats amb la societat, que és una entitat dinàmica, exigeix una reestructuració constant.

Com en la secció anterior, la present acabava amb una referència al paper de les TIC des de la perspectiva exposada en cadascuna. En aquest cas, es tractava d'explicar que, gràcies a la seva integració de les característiques de les telecomunicacions i els ordinadors, les TIC poden contribuir a la funció social dels museus de tres maneres. La primera, com a element que facilita la comunicació entre la institució i cadascun dels i les visitants, a través de la personalització. La segona que, mitjançant la seva capacitat de contenir discursos diferents en poc espai, permeten realitzar lectures diferents sobre una mateixa col·lecció. Ambdues possibilitats són avantatjoses per al museu perquè ofereixen una adaptació barata i flexible –permanentment renovable– a les demandes del públic actual. Finalment, la darrera és la possibilitat d'integrar el local i l'universal per tal que les comunitats no perdin el contacte amb la resta de les cultures i es puguin tornar els objectes espoliats als seus territoris originals, en relació amb els quals s'haurien d'estudiar i comprendre.

La següent secció estava dedicada a parlar de la **comunicació**, que és la base de totes les funcions que desenvolupa el museu, perquè si no funciona, les altres no es poden acomplir. La problemàtica de la comunicació (Hooper-Greenhill, 1994a) apareix en el moment que els museus deixen d'estar enfocats a la conservació de les col·leccions i es giren cap als interessos del públic: això els obliga a cerca noves formes de comunicació per arribar a tots els sectors socials. Atès que aquesta és la missió de les exposicions, explicar la comunicació equival a explicar com es concep l'exposició. Cal remarcar que en aquesta secció i la següent ja no em referia al museu sinó a l'exposició perquè constitueix l'espai de contacte entre la institució i el públic i, per tant, el principal lloc on es produeix la funció comunicativa i on el museu transmet la seva pròpia imatge social.

Un cop realitzats aquests aclariments introductoris, la secció prosseguia amb la caracterització de l'exposició com a mitjà de comunicació. Una exposició és un mitjà de comunicació perquè posa en contacte el públic amb un contingut científic, sensible i emocional. Segons aquest punt de vista, l'exposició es presenta com a mediadora necessària del discurs científic, perquè els coneixements especialitzats estiguin a l'abast de la societat i aquesta en disposi de la manera que més li convingui. Tanmateix, l'exposició és diferent d'un llibre, la televisió, etc. perquè proposa una experiència que involucra tots els sentits a través de diferents recursos comunicatius i, a més, crea una relació molt més directa entre els agents de la comunicació. En funció de tots aquests

elements que hi participen, es poden establir diferents tipologies per classificar les exposicions, segons on es posi l'èmfasi:

- La intencionalitat comunicativa [(Belcher, 1991; Davallon, 1989; Hall, 1987) citats a (García Blanco, 1999: 62-64)].
- L'estatus epistemològic atorgat a l'objecte [(Davallon, 1992), citat a (García Blanco, 1999: 60-62; Hernández Hernández, 1998: 67, 197, 260-261)].
- La reacció dels visitants [(Belcher, 1991: 59; Hall, 1987: 25), citats a (García Blanco, 1999: 64)].
- El paper atorgat al/a la visitant (Bradburne, 2002).
- Una classificació integradora (García Blanco, 1999).

El problema que presentaven aquestes classificacions és que es superposen parcialment perquè manquen una definició clara de quines són les operacions que constitueixen allò que s'anomena estratègia comunicativa (o expositiva) i uns criteris de classificació precisos. Una possible solució era analitzar els processos que es produeixen durant la visita al nivell més bàsic. Si la visita al museu es pot entendre com un procés de comunicació, era susceptible de ser analitzada sota una perspectiva comunicativa. Així doncs, es van repassar els diferents models comunicatius proposats i el debat suscitat al seu voltant:

- Primera aplicació de la teoria matemàtica de Shannon sobre la transmissió d'informació: Duncan Cameron [(Cameron, 1968) citat a (Hooper-Greenhill, 1994b: 22; 1998; Morgan i Welton, 1994: 30)].
- Crítica de Knez i Wright [(Knez i Wright, 1970), citats a (Hooper-Greenhill, 1998: 70)] a la importància general atorgada als objectes.
- Crítiques a les anteriors visions lineal de la comunicació que situen el/la receptor/a com a element totalment passiu i introducció d'un nou element, la retroalimentació (García Blanco, 1999; Hooper-Greenhill, 1994b; 1998), que transforma la comunicació en un procés circular.
- Models alternatius (Hooper-Greenhill, 1998: 65), per exemple la xarxa de contactes o les cadenes jerarquitzades [(Miles, 1985), citat a (Hooper-Greenhill, 1994b: 24; 1998: 71-73)], caracteritzats pel fet de ser més globals, de tenir en compte la diversitat individual del públic i d'analitzar el funcionament del museu des d'una perspectiva més social i política.
- Contraposició entre (García Blanco, 1999; Hooper-Greenhill, 1998; Pastor, 2004), el "model de comunicació de masses", propi dels museus tradicionals, i el "model de comunicació interpersonal o interactiu", que considera el/la visitant com un element actiu dins el procés comunicatiu. Les TIC poden contribuir a passar de la comunicació de masses a la personal gràcies a les seves peculiars característiques com a mitjà de comunicació.

- Concepció holística (Hooper-Greenhill, 1998) de la comunicació, segons la qual aquesta funció no només es manifesta a l'exposició, sinó que ho fa en totes totes les activitats internes i externes del museu, que estan connectades entre elles i determinen la imatge que el museu ofereix, la qual afecta les percepcions i actituds del públic envers ell i això influeix en la recepció del missatge.

Fins aquí només s'havia descrit formalment el procés de comunicació però la idea d'una reconstrucció per part del públic posseïa implicacions molt més profundes, susceptibles de ser revelades a través de la Semiòtica, que adapta la teoria comunicativa tradicional a les activitats humanes. Per tal d'analitzar els museus des d'aquesta perspectiva, vaig començar establint la distinció més bàsica entre els tres àmbits implicats²⁴⁵, que són:

- La **sintaxi**: correspon a l'estructura general del museu i els diversos recursos expositius que es troben a la sala, perquè és a través de l'arquitectura i el disseny de l'exposició que es transmet el missatge. Els elements que analitza són de naturalesa diversa (García Blanco, 1999; Pearce, 1992): simbòlics i icònics, que tenen la seva semiòtica pròpia; actius, la interacció amb els objectes o les persones; i espacials, perquè tots els anteriors estan continguts i construeixen el significat global en funció de la seva disposició a la sala.
- La **semàntica**: s'expressa, en primer lloc, a través de l'edifici, que envia un missatge de caire general, relacionat amb la imatge externa del museu i la seva funció en relació amb la societat; i, en segon lloc, a l'interior de l'edifici, a través del disseny museogràfic posat al servei d'un discurs. És en aquest nivell on el museu posa en joc tots els seus recursos semàntics per tal de transmetre un missatge. La comprensió de l'exposició es realitza a dos nivells. El primer és l'específic, que es produeix a través de la lectura dels texts, la interpretació de les imatges, l'observació dels objectes, la comprensió empàtica o activa, el seguiment de les senyalitzacions i altres recursos orientadors, i la relació amb els/les altres visitants. Aquestes són unitats de significat autònomes. Per altra banda hi ha el nivell de significat general, que és aquell que es produeix a través de la disposició espacial dels elements anteriors i el recorregut dins la sala.
- La **pragmàtica**: tradicionalment, estava limitada al domini de coneixement de referència, però les noves concepcions museogràfiques han introduït el públic com a element imprescindible perquè interpreta i dona sentit al missatge en funció de les seves capacitats, interessos i context social.

Això em portava a aprofundir en la comprensió de la manera com s'acompleix la funció comunicativa de l'exposició a través de la Semiòtica. Georges Mounin [(Mounin, 1985), citat a (Hooper-Greenhill, 1994b)], ofereix una metodologia analítica bàsica per estudiar aquest procés en totes les seves dimensions a través de l'establiment d'una "semiòtica de la comunicació", que tracta els sistemes de comunicació intencionals i convencionals. La semiòtica de la comunicació estableix una distinció molt clara entre indicis i signes. La utilitat metodològica de distingir entre aquests dos elements és que permet separar allò que ha estat format conscientment per l'emissor/a perquè sigui significatiu –el signe– i allò que, sense haver estat previst per aquest/a, pot esdevenir

²⁴⁵La mateixa metodologia que servirà després per la RV i que constitueix el marc teòric general.

significatiu –l'indici– perquè el/la receptor/a percep alguna relació que entre ell/a i el missatge. Per tant, els indicis no són necessàriament significatius, però posseeixen el potencial de ser-ho, com a resultat d'un procés d'interpretació. Això és fonamental des del punt de vista dels museus perquè integra en l'equació el paper del/de la visitant com a participant en la construcció de significats.

La determinació de quins elements són susceptibles de ser comunicatius es realitza a través del concepte de “pertinença”, una noció originària de la lingüística que permet identificar els elements del llenguatge i determinar la seva funció estructural. El significat es produeix quan els missatges continguts al museu són pertinents des del punt de vista dels interessos, habilitats, coneixements previs, etc. dels visitants. Així doncs, la comunicació al museu també es pot conceptualitzar des de la teoria de conjunts [(Schramm, 1954) citat a (Morgan i Welton, 1994: 33)]: com més gran sigui la intersecció entre l'espai intel·lectual, cultural, social, etc. compartit pel museu i el del/de la visitant, més actuaran els signes i no pas els indicis i, per tant, major serà la comprensió del missatge concret que l'exposició volia transmetre. Aquesta concepció filosòfica coincideix amb les teories psicopedagògiques més recents, de manera que el concepte de pertinença és rellevant tant des del punt de vista de l'estudi de l'exposició com de la seva realització i, conseqüentment, pot ajudar a millorar la comunicació si es té en compte que tant important és el moment de la creació com el de la interpretació.

Finalment, un altre avantatge d'aquest marc teòric és que si els museus operen com a sistemes conscients de comunicació, el seu funcionament també es pot aprendre. Això implica una idea “revolucionària” respecte de les creences actuals, ja que fins ara es pensava que l'única manera de tenir èxit en la funció comunicativa i, per extensió social, era conèixer molt bé el públic. Però tampoc no proposa res que no es conegués en altres àmbits, com per exemple la Psicopedagogia, atès que el museu posa en funcionament un tipus de comunicació que exigeix unes habilitats innates o culturals el domini de les quals s'adquireix durant l'educació infantil. Aquest és el model proposat per Berlo [(Berlo, 1960) citat a (Morgan i Welton, 1994: 34)] basant-se també en la teoria de comunicació de Shannon.

La següent secció estava dedicada a la **funció educativa**, que era, juntament amb l'expressió o construcció de les identitats, l'altra funció bàsica de l'exposició i una materialització concreta de la comunicativa: el vehicle perquè la societat pugui comprendre i emprar el Patrimoni. Com que en el capítol corresponent al segon vessant pragmàtic de la RV ja parlaria àmpliament de l'aprenentatge aquí només presentava el meu punt de vista inicial, que es matisaria a la part central del treball, en discutir sobre els avantatges i inconvenients de la RV per l'aprenentatge. Però també havia parlat anteriorment del fet que el museu materialitza la funció divulgativa de la disciplina, especialment perquè conté un vessant educatiu i materialista inherent. Per això en aquest capítol em referia a la funció educativa des d'una perspectiva general.

La funció educativa de l'exposició es desprèn de la pròpia definició de museu i per demostrar-ho vaig agafar una altra definició diferent de la de l'ICOM, que és la que havia emprat anteriorment. Aquesta nova definició també volia promocionar el paper dels museus com a entorn d'educació informal, tot impulsant les activitats que indueixen una resposta individual a l'exposició. La funció externa o més aparent dels museus ha anat canviant al llarg de la història, però en un segon nivell, els museus sempre han tingut una funció educativa –o adoctrinadora– i, conseqüentment, han estat

l·ligats a l'educació formal, malgrat que la seva concepció i situació dins la institució ha variat amb el temps. Els precedents es troben a l'aprenentatge amb objectes victorià, que havia dut els museus a col·laborar amb les institucions escolars, però després se'n van separar voluntàriament i, per aquest motiu, el desenvolupament i aplicació de les seves concepcions educatives ha portat sempre un desfasament respecte de l'entorn formal d'aprenentatge, i s'ha realitzat com a conseqüència de pressions socials, polítiques i econòmiques externes.

Els museus ocupen, històricament, un lloc especial: fan de pont entre l'oci i l'educació i és això, la capacitat d'entretenir i educar alhora, el que constitueix una atracció per al públic en les seves hores de lleure. L'acostament entre l'entorn formal i el museu s'ha esdevingut per canvis produïts tant en el segon com en el primer. La diferència essencial entre els dos entorns, que ve donada per la seva dimensió pragmàtica, és que mentre que el formal es caracteritza per una estandardització derivada de la rigidesa amb què es planifiquen tots els elements que hi intervenen o en resulten, el segon és molt més flexible i diversificat perquè està dirigit a un públic més divers i incorpora les nocions d'oci i satisfacció personal. Aquesta realitat va quedar formalitzada a principis dels anys 70 amb la distinció entre tres entorns educatius: el formal, el no formal i l'informal (García Blanco, 1999; Pastor, 2004; Valdés, 1999). Naturalment, els museus s'inclouen en els entorns d'educació informal perquè l'aprenentatge que s'hi produeix no segueix rígidament una estructura, sinó que és voluntari, exploratori i adaptat a l'interès de cada persona.

La conseqüència lògica d'aquest apropament entre museu i escola és que la Museologia i la Didàctica de les Ciències Socials queden vinculades: com que la segona posseeix un abast més ampli que la primera, es converteix en el marc teòric - metodològic general que guiarà les actuacions de la Museologia, dedicada a les problemàtiques d'un entorn educatiu específic (Hernández Cardona, 1998; 2003). Per altra banda, també cal distingir entre difusió i didàctica del Patrimoni, atès que la primera es refereix a la transmissió de coneixements, mentre que la segona implica la construcció activa del significat i la formació del pensament científic. Això té conseqüències sobre els continguts seleccionats i les estratègies posades en marxa: en la difusió serien, respectivament, de tipus factual i més aviat passives, mentre que en la didàctica s'intentarien dissenyar experiències interactives amb l'objectiu d'assolir continguts de tipus procedimental.

Així doncs, resumint, les característiques específiques que poden complementar la funció educativa de l'entorn escolar o bé actuar de manera autònoma són (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995; Hooper-Greenhill, 1998; Horne, 1992; Koester, 1993; Suina, 1994):

- En comparació amb l'entorn formal d'aprenentatge, les activitats poden ser més obertes, exploratòries i properes a la realitat. Per aproximar-se a allò que es vol aprendre empren les vies icònica i activa, més adequades per als continguts metodològics, mentre que les escoles estan basades principalment en una aproximació simbòlica, que demana habilitats específiques i és més adequada per als continguts factuais o abstractes. La funció educativa també hi és potencialment tant rica i diversa perquè es fa mitjançant la combinació de l'ensenyament a distància i l'ensenyament interpersonal. L'ideal seria, com propugna Joan Santacana (Santacana, 1998), que s'apliquessin els postulats del

constructivisme pedagògic a l'entorn informal i l'exposició fos inherentment, interactiva i motivadora, tal com passa en els "museus dels infants" (Serrat i Iñíguez, 2003).

- Per això els museus són potser les úniques institucions de la societat que tenen capacitat per satisfer les necessitats d'aprendre de tot tipus de persones i de tenir accés a una informació que potser no els ha estat possible d'adquirir a través dels canals i les pràctiques escolars.
- L'ensenyament als museus es basa en les col·leccions que posseeix cada institució. L'avantatge de l'ensenyament directe als museus és que és enormement flexible perquè els objectes es poden interpretar des de diferents perspectives i això donarà lloc a noves maneres de conèixer els objectes, que tenen el potencial de ser adaptades en funció dels interessos i les necessitats i també per arribar a una varietat de públics cada cop més gran. En qualsevol cas, el fonamental és que s'ofereixi un contacte directe amb les col·leccions: els museus es caracteritzen pel fet que s'hi pot aprendre experimentant.

Per tot això, la visita al museu es pot considerar un tipus particular d'experiència d'aprenentatge que ha estat anomenada "fluïda" (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995; Csikszentmihályi i Robinson, 1990) i descriu una situació d'activitat plaent, que proporciona una sensació d'alliberament de les preocupacions diàries, de capacitat per controlar la situació, de descobriment i enriquiment personal. Això s'adequa a les concepcions actuals del procés d'aprenentatge perquè es considera una experiència en què la persona que aprèn es veu sotmesa a un esforç, però se sent forta, centrada i capaç de trobar-li un sentit en relació amb ella mateixa.

Finalment, la darrera secció estava dedicada a parlar de la **utilitat de la RV al museu en tant que recurs expositiu**. Però, atès que això constituïa una de les aportacions d'aquest projecte de recerca i que depenia de factors que transcendien la pura opinió personal, aquí només presentava les meves concepcions inicials com a punt de partida per l'anàlisi principal, en què es debatién a través de la reflexió teòrica i la posterior contrastació empírica. Això permetria establir, a les conclusions finals, els fonaments teòrics per l'ús de la RV al museu. Així doncs, el contingut d'aquest apartat es concentrava més aviat en la percepció de les TIC i la RV per part dels museus. Però aquest és un tema controvertit perquè la bibliografia porta a conclusions alhora negatives i positives sobre l'ús de les TIC. En realitat, totes dues postures són igualment certes i la causa d'aquesta aparent contradicció és que encara estem al començament de la seva aplicació en àmbits com el museu, que tenen una forta tradició filosòfica i comunicativa al darrera, i tot plegat fa que la seva integració sigui irregular i temptativa, influenciada per les pressions externes i les filosofies educatives pròpies de cada tipus de museu.

Per comprendre aquesta qüestió vaig recórrer a dues publicacions que havien tractat específicament el tema. La primera era l'informe d'Eva Koester (Koester, 1993), escrit fa tretze anys i que parlava de l'ús del Multimèdia als museus americans, però tenia el valor de voler oferir una panoràmica de l'opinió d'aquestes institucions en el moment de la introducció generalitzada de les TIC i contrastar-la amb les tendències reals, per comprendre què reforçava o limitava el seu ús. Per això va realitzar un seguit d'enquestes i observacions en diferents tipus de museus americans. La segona

publicació era l'article de Donald Sanders (Sanders, 2002) que com a professional del disseny de móns virtuals educatius tenia com a objectiu fer entendre la postura dels museus i intentar resoldre els problemes que plantejaven, per tal d'apropar el món de la museografia i els gràfics computacionals. Per tant, el seu valor es trobava en el fet que era una mica més recent i parlava específicament de la RV.

La conclusió general a què arribaven aquests dos estudis és que la transformació museològica i museogràfica del s. XX no ha impregnat la totalitat de l'àmbit: s'ha modificat el paper social i cultural del museu a la societat; s'ha ampliat la noció i els mitjans de comunicació; però l'objecte segueix mantenint, tant al museu com a l'Arqueologia, el seu valor tradicional i les noves tecnologies no transformen les concepcions perquè es fan servir com els altres recursos. Tot plegat demostra que no pot haver-hi un bon ús de les TIC sense un canvi en les concepcions museogràfiques i museològiques, que desplacin l'objecte del centre del seu univers. Però, al seu torn, la tecnologia també s'ha d'adaptar perquè el seu paradigma comunicatiu no estava pensat pel context expositiu i presenta alguns problemes d'integració.

I és que, al meu entendre, la principal funció o raó per introduir les TIC al museu és comunicativa. Els diferents tipus de TIC emprats en aquest entorn informal responen a recerques per millorar la comunicació entre l'exposició i el/la visitant, en funció del tipus de museu i el contingut a transmetre. Per justificar la seva utilitat cal confrontar les seves característiques amb les pràctiques museològiques actuals i això porta a la conclusió que, si més no a nivell teòric, els elements que legitimen el seu ús com a recurs expositiu són els següents: la interactivitat, la multimedialitat, la flexibilitat i la capacitat de personalització. En el cas concret de l'Arqueologia, les TIC, i especialment la RV, poden servir per comprendre qüestions relacionades amb les variables espacials i temporals. En aquest sentit, com que són icòniques, multimedials i interactives, redueixen la complexitat inherent a la disciplina, deguda al fet que tracta amb conceptes abstractes i fenòmens multicausals. Però, a més dels continguts factuais també proporcionen la metodologia d'anàlisi, és a dir, una metaperspectiva sobre com es construeix el coneixement Històric, i això pot contribuir al desenvolupament de la consciència crítica i el pensament formal.

El contacte entre el públic i el missatge a través de la tecnologia quedarà condicionat per un seguit de factors relacionats amb les característiques pròpies de l'objecte modelitzat, de la comunicació i del públic receptor, i tots ells s'han de tenir en compte a l'hora de dissenyar una aplicació i/o jutjar la seva efectivitat perquè es combinen per facilitar o dificultar la integració de la tecnologia com a recurs comunicatiu en l'espai multimedial de l'exposició. La solució ideal podria ser la integració total entre les TIC i l'exposició –potser a través de la Realitat Híbrida, un paradigma mixt de RA i RVI– per tal que el mitjà de comunicació sigui invisible, que no hi hagi barreres entre les persones i la informació, com encara passa amb la majoria de dispositius basats en el paradigma del PC.

III.2.2.3. Definició del concepte de Realitat Virtual

El següent pas era definir el concepte de RV. Aquesta definició havia de ser alhora exhaustiva però també funcional, ja que en els capítols successius serviria de base per comprendre com actua la tecnologia simulativa des del punt de vista perceptiu i

cognitiu, com s'aplica en el procés de recerca arqueològica, quines necessitats museogràfiques i museològiques posa en joc i com es fa o es pot fer servir en entorns educatius. Per aquest motiu, i davant el fet que la distinció entre usos tecnològics / conceptuals dels treballs anteriors (Pujol, 2002a) no era una veritable definició del terme sinó la constatació d'una realitat, en lloc de destil·lar una definició a partir de la bibliografia sobre el tema, aquest treball realitzava el procés invers: proposava una nova definició de partida a partir de la qual analitzar en profunditat les causes de la complexitat del concepte per, en acabat, poder tornar a emprar la definició resumida però ara tenint present tota la informació proporcionada en destriar els diferents factors i àmbits implicats. Així doncs, el quart capítol del primer volum ha assolit una nova definició de la RV, més completa que en treballs anteriors (Pujol, 2002a), perquè integra l'evolució dels diferents àmbits de coneixement o creació que han convergit en l'aparició d'aquesta nova tecnologia de simulació. El fet que la RV es trobi a la confluència de diversos processos històrics que han cristal·litzat en ella comporta un desavantatge i és que no es pot assolir una definició completa, tancada, perquè cada àmbit posseeix una perspectiva diferent, però igualment vàlida, que determina les característiques de les seves aplicacions. Totes formen part de la RV i expliquen els motius de la confusió existent al voltant del concepte i s'han recollit en aquest capítol de definició de la RV a través de sis vectors d'aproximació diferents:

- Filosofia.
- Representació icònica de la realitat.
- Ciència – ficció.
- Cerca de coneixement.
- Tecnologies de la Comunicació i la Informació.
- Comunicació.

El **vector filosòfic** abordava la qüestió des de dues perspectives. La primera, que en certa manera servia com a introducció, era la constatació de les transformacions característiques del nostre món i, molt especialment, de la Societat de la Informació. Aquesta evidència cristal·litzava en la noció de desmaterialització o, com prefereixen anomenar-ho alguns autors, de virtualització que, segons Pierre Lévy (Lévy, 1995), constitueix la darrera etapa de l'hominització. L'altra perspectiva era la metafísica: l'arribada de la RV desperta novament el vell debat sobre què és la realitat, una discussió que està estretament lligada a la Teoria del coneixement. Per això, aquest apartat repassava l'evolució històrica del concepte de virtualitat, des de la seva aparició amb Duns Escot fins als ordinadors, tenint molt present de quina manera el coneixement disponible sobre el món determina en cada moment les postures filosòfiques (Heim, 1993). Les conclusions de cara a la RV eren les següents:

- El virtual no s'oposa al real sinó a l'actual, és a dir, a la realització d'un potencial.
- La RV ha heretat la dicotomia històrica entre materialitat - percepció i intangibilitat - idea.

- La RV conté tres nivells ontològics diferents: el de la interfície, real, format pel codi binari d'impulsos electromagnètics; el de la simulació, virtual, format per la imatge que apareix a la pantalla; i el de la realitat evocada, una entitat real però situada en un segon nivell de virtualitat.

El segon vector d'aproximació a la definició de RV era el de la **representació icònica de la realitat**. La consideració dels objectius del disseny gràfic computacional permet de constatar que la RV constitueix el darrer estadi en l'evolució històrica de la tradició pictòrica occidental i, més específicament, de la representació perspectivista del món, que va començar al s. XV, i a la qual la virtualitat computacional afegeix la possibilitat de ser manipulada. Per aquest motiu, les simulacions virtuals es presenten com a neutres i objectives, les més properes a la realitat o a la imatge que n'obtenen els nostres sentits; però no deixa de ser una convenció, determinada per factors culturals com ara la iconografia religiosa, el *trompe-l'oeil* romà, la ceroplastia del s. XIX, l'espai cartesià, el teatre (Maldonado, 1994) o la concepció escultòrica de l'Arquitectura (Champion, 2005b). I, per altra banda, es demostra que el realisme perspectivista no és sempre la millor forma de representació de la realitat i que, de vegades, fins i tot pot ser limitadora, perquè tot depèn dels objectius epistemològics o comunicatius de la imatge creada. Precisament, des d'aquest punt de vista, la RV es pot considerar també com a continuadora de la tradició de la il·lustració científica, regulada per Hermann Schlegel (1804-1884), i en la qual el realisme és essencial perquè permet estudiar els objectes en absència d'aquests, talment com si els tinguéssim al davant, i això contribueix a produir coneixement vàlid (Bakker, 2005: 629). Però, a causa de l'origen artístic - arquitectònic i no pas naturalista de l'Arqueologia, aquesta ha estat una funció poc considerada. Així doncs, podem dir que la RV és científica per l'objectiu i pictòrica per la seva problemàtica bàsica de representació.

El tercer vector d'aproximació a la definició de la RV era la **Ciència - Ficció** que, sovint, precedeix la veritable recerca científica o tecnològica a l'hora d'inventar nous enginys i considerar les seves implicacions ètiques. Des d'aquest punt de vista, la RV s'ha concebut com una nova forma de representar móns alternatius, al mateix nivell que els llibres, les pel·lícules, els còmics i altres representacions artístiques (Biocca i Levy, 1995b; Echevarría, 2000). La diferència rau en el fet que ja no ens l'hem d'imaginar, sinó que ara el veiem i hi interactuem, com si fos el món real. Per tant, la RV transcendeix el "Món 3" de Karl Popper (Popper i Eccles, 1977: 38) i es situa a mig camí entre aquest i el "Món 1" perquè és un producte de la ment humana però autònom i en certa manera "tangible" com els objectes físics. Seguidament, la secció repassava la literatura i les pel·lícules cinematogràfiques que feien referència directa a les simulacions virtuals, per tal de comprendre de quina manera han empès la recerca real o evidencien, des d'una altra perspectiva, la concepció de cada moment. I això també permetia d'explicar una de les causes principals de confusió amb el concepte de RV: el fet que la idea sorgeixi de la fantasia i la reflexió sobre el món futur provoca problemes d'implementació –en el sentit que els objectius són vagues o excessivament ambiciosos– però també de percepció perquè llavors la tecnologia no cobreix les expectatives creades i àmpliament difoses.

El quart vector d'aproximació a la definició de RV era la **cerca de coneixement** i la secció corresponent estava dividida en dos apartats. El primer estava orientat cap al passat, per explicar motius, i el segon cap al present, per comprendre els usos actuals.

Les arrels epistemològiques generals de la RV es deriven del fet que es genera computacionalment. La RV existeix gràcies als ordinadors i aquests són el resultat de la cerca matemàtica de coneixement que, per tal que aquest fos complet, necessitava treballar amb una lògica (numèrica) abstracta. Per això, en un primer moment, la secció repassava breument una part de la història de les Matemàtiques. La conclusió d'aquesta revisió és que, malgrat que pensem que es tracta de màquines totalment neutres, determinen la nostra concepció del món perquè imposen una forma de representació específica que també està arrelada en la invenció de la impremta (Heim, 1993). Aquesta forma de representació és visual, binària, monològica i provoca la discretització i superficialitat de la informació però alhora garanteix l'exhaustivitat i la flexibilitat. La conclusió obtinguda és que les computadores –i, per extensió, la RV– són un pas més a partir de la impremta en la virtualització del llenguatge (Lévy, 1995); són el resultat del racionalisme europeu.

El segon dels dos apartats que formaven el quart vector ens portava definitivament des de l'ontologia cap a l'epistemologia, ja que, havent vist els orígens i funció dels ordinadors, el seu objectiu era aprofundir en la comprensió de quina mena d'eina específica d'obtenció de coneixement científic és la RV. El seu ús es basa en les seves característiques fonamentals –és visual, és interactiva i treballa sobre una lògica abstracta numèrica–, que li permeten actuar com a model experimental, basat en la correspondència isomòrfica amb el món (Cadoz, 1995; de Haan, Koutek *et al.*, 2004; Fischler i Firschein, 1987). Això significa que el coneixement fiable prové de la creença que allò que mostra el model és el que passaria a la realitat.

El cinquè vector d'aproximació a la definició de RV la situava en el context de la **Societat de la Informació**, ja que la RV és una forma específica dins les TIC, que caracteritzen la darrera fase de la societat humana. La Societat de la Informació sorgeix directament de l'evolució tecnològica i econòmica de les darreres dècades del s. XX, però l'origen profund es troba a la Revolució Industrial del S. XIX (Echevarría, 2000; Lévy, 1995; Penny, 1994). Així doncs, després d'haver repassat breument l'evolució històrica que porta a l'aparició de les TIC, la secció es centrava en la definició de la RV a través de la distinció respecte d'altres conceptes associats a les TIC, com ara Multimèdia, Internet, Intel·ligència Artificial i Ciberespai. Això permetia acotar clarament el concepte ja que, en molts casos, les funcions o característiques es superposen. Per exemple, el Ciberespai (Dodge i Kitchin, 2001; Heim, 1993) és qui porta més perill de confusió perquè és un concepte abstracte, inexistent per ell mateix, que es materialitza en les altres TIC. Per aquest motiu m'hi vaig entretenir més, especialment pel que fa a la seva ontologia –vol ser una realitat paral·lela– i epistemologia –té una voluntat enciclopèdica. Així doncs, mentre que el Ciberespai conté tot tipus de formats i informacions, fins i tot persones, la RV es distingeix pel fet d'estar formada per imatges interactives i el Multimèdia pel fet de combinar imatges i text en una estructura hipertextual. També vaig dedicar una atenció especial a la I. A. perquè, tot i ser anterior a les TIC, és la base de l'ús com a model, és a dir, del comportament veritablement interactiu de la RV.

Finalment, arribem al darrer vector d'aproximació a la definició de RV: la **comunicació**. La RV és, abans que res, un sistema de comunicació perquè el seu objectiu principal és oferir millors formes de transmetre informacions. Tot i amb això, no vaig situar aquest capítol en primer lloc perquè servia d'introducció al segon volum i, més concretament, a l'explicació dels avantatges metodològics i analítics de

l'enfocament semiòtic de la recerca. Des d'aquest punt de vista, la semiòtica deriva directament però es distingeix de la idea general (tecnològica) de comunicació. Per això el capítol començava definint els conceptes bàsics –informació, comunicació–, per saber d'on provenen i com s'apliquen a les ICT, ja que aquestes impliquen formes de comunicació diferents a les que havien caracteritzat la segona meitat del s. XX i havien estat analitzades per McLuhan (Cabero, 1999). Després, s'examinava de quina manera això afecta el model tradicional de comunicació proposat per Shannon i Weaver, ja que la comunicació a través de la RV reuneix aquest model matemàtic i el social o humà perquè, tot i ser una màquina, pretén simular les formes d'interacció humanes (David Ritchie, 1991; Steuer, 1995). La conclusió és que, en el cas de la RV, a conseqüència del seu caràcter interactiu, més que emprar el terme “comunicació” hauríem de parlar de “commutació” (Couchot, 1989) perquè:

- El codi invisible és binari però el visible és icònic i dinàmic.
- Tots dos agents són alhora emissor i receptor.
- L'estímul del receptor inicia el procés i no com abans, que era sempre l'emissor.
- I, sobretot, no hi ha un missatge elaborat prèviament, sinó que es genera i actualitza a partir d'un conjunt de missatges potencials que conformen la reconstrucció.

Per altra banda, dèiem que la RV es pot entendre en primera instància com una eina comunicativa perquè la seva finalitat és proporcionar noves formes de comunicació. És des d'aquest punt de vista que ara s'enfocava allò que en treballs anteriors (Pujol, 2002a; 2002b; 2004) constituïa la definició tecnològica de la RV i que ha estat una de les principals causes de l'ambigüïtat del concepte: en el fons, les diferents interfícies han estat implementades per satisfer diferents necessitats comunicatives; la confusió prové del fet que el concepte d'interfície és ambigu. Per això, en primer lloc, vaig repassar els primers moments d'aparició de la RV i això va evidenciar l'escissió de la recerca, a partir de la introducció dels ordinadors, en dues línies, una dedicada a la visualització i l'altra a l'entrenament sensorial - motor. Precisament, el fet de repassar la història de la tecnologia permet adonar-se que l'origen de la diversificació d'interfícies i, conseqüentment, de la difuminació i confusió del concepte, es troba en la introducció de la simulació computacional, que afegeix els objectius i formes de representació propis dels ordinadors als objectius heretats de la fase analògica –el “Sensorama”– de la RV. Així doncs, després vaig presentar la història de les computadores, per entendre que no són més que calculadores i que, per tant, no poden satisfer les aspiracions (simulatives) anteriors, encara que aporten altres avantatges: la possibilitat de manipular la informació visual. I això va donar pas al repàs de les interfícies computacionals, creades posteriorment per simular cadascun dels altres sentits –a més del visual–, la qual cosa evidencia de quina manera les computadores imposen una discretització de la representació / percepció del món. Després, vaig realitzar una tipologia de la RV – Realitat Virtual Immersiva, Realitat Híbrida, Realitat Augmentada, Teatre Virtual, etc.– per tal de mostrar que les diferents interfícies corresponen a diferents formes de relació entre la realitat i la virtualitat i, per tant, com que cadascuna aporta una informació diferent, és a dir, que serveix per a objectius parcialment diferents. La conclusió final és que adoptant una aproximació comunicativa se superen les limitacions de la definició tecnològica perquè les interfícies són diferents, en general i dins un mateix sistema de

RV i, com a conseqüència d'aquest fet, no es pot assolir una definició concreta, integrada, de què és la RV.

III.2.3. Justificació del marc teòric general

Un cop presentat el marc conceptual que actuava com a premissa de la recerca, el treball passava a desenvolupar plenament la pregunta inicial de si la RV serveix per a la difusió de l'Arqueologia al museu. Aquesta qüestió és molt àmplia i involucra respostes a nivell perceptiu, cognitiu, pedagògic, museogràfic... Es tracta d'àmbits tan diversos que calia un marc teòric i metodològic que permetés integrar les diferents informacions obtingudes i proporcionés una metodologia analítica estàndard aplicable als diversos àmbits de coneixement involucrats. Aquesta estructura i analítica bàsica la proporcionava la Semiòtica; i això, per quatre raons principals.

La primera és el context general on s'insereix aquest projecte de recerca: la Societat de la Informació i totes les qüestions que planteja sobre l'obtenció, la representació i la transmissió de coneixement. Aquest és un tema que toca de ple l'Arqueologia, els museus i la RV perquè, tal com havia exposat al primer volum, tots tres àmbits mantenen una relació molt estreta amb la comunicació i, de fet, la comunicació a l'exposició també ha estat estudiada –i la secció dedicada la funció comunicativa del museu així ho recull– des d'aquest punt de vista.

La segona justificació provenia de la Filosofia i, més concretament, del paral·lelisme entre la definició filosòfica de la virtualitat i els objectius i components de la RV. Segons Pierre Lévy (Lévy, 1995), la virtualització es produeix a través d'un procés representat pel "*Trivium*" medieval: la Gramàtica –que correspon a la Sintaxi–, la Dialèctica –que correspon a la Semàntica– i la Retòrica –que correspon a la Pragmàtica. Aquest paral·lelisme es pot establir perquè la virtualitat està formada per unitats que, per elles mateixes, no tenen significat però que es poden unir de diferents maneres per crear-lo. Això s'esdevé a través de l'actualització, i aquesta està condicionada per la pragmàtica de la interfície i, en un nivell anterior, pels objectius. Així doncs, el funcionament de la virtualitat, segons Lévy, justifica des d'una altre perspectiva –filosòfica– la meua tria epistemològica i alhora concreta de quina manera abordar l'anàlisi general. En un primer moment, distingint entre els components bàsics, el seu significat i el seu ús. La distinció d'aquests tres àmbits és pertinent perquè es troba tant a la semiòtica com a la virtualitat. I, en un segon moment, aplicant directament la metodologia analítica emprada en Lingüística o anàlisi artística per comprendre de quina manera la visualització o manipulació de signes diferents influeix en l'aprenentatge.

La tercera justificació per la tria de la Semiòtica com a marc teòric i metodològic bàsic era l'essència computacional de la RV, que es pot abordar de dues maneres diferents. La primera és que, des de les primeres màquines de calcular, la interfície dels ordinadors s'ha anat transformant progressivament per adequar-se a un propòsit comunicatiu, és a dir, semiòtic en sentit ampli, tot i que la comunicació en els ordinadors s'ha estudiat i tipificat sobretot a partir de teories matemàtiques. La Comunicació i la Semiòtica estan relacionades perquè la primera implica la transmissió d'un missatge amb intenció que sigui significatiu, es fa servir un codi específic preestablert i està condicionada per les circumstàncies i les característiques dels

elements que hi participen. En el cas dels ordinadors, la sintaxi es trobaria a dos nivells, en el codi binari intern i en els senyals que arriben o surten dels perifèrics –ratolí, pantalla i teclat–; la semàntica es referiria a la interpretació d'aquests signes per part de la persona o de l'ordinador; i, finalment, la pragmàtica correspondria, com esmentava en el paràgraf anterior, a la interfície i els objectius. Tot plegat acaba donant lloc a la interacció entre la persona i l'ordinador, com a forma específica de comunicació. La segona forma d'abordar aquesta tercera justificació, més propera a la justificació filosòfica, és tenir en compte que les computadores ja constitueixen, per elles mateixes, una forma especial de virtualització. Efectivament, els ordinadors actuals són una màquina de màquines i, per tant, seguint les idees de Pierre Lévy, una virtualització del virtual. En conseqüència, a la RV se li aplica la justificació filosòfica i comunicativa encara amb més motiu.

Finalment, la RV és un cas particular d'imatges i aquest tipus de representació està formada per uns signes que comuniquen informació a través de la seva relació més o menys convencional amb un significat. Aquest fet justificava definitivament l'ús de la semiòtica i permetia l'aplicació directa d'eines analítiques que ja s'han emprat anteriorment en el camp de l'Art o la Comunicació audiovisual. Arribats al nivell més concret de les justificacions, el capítol continuava exposant les quatre idees bàsiques sobre què és la Semiòtica, quins són els conceptes bàsics que manipula, etc. Això evidenciava que la RV es pot comportar alhora com a signe, com a representació i com a símbol –segons que contingui elements més abstractes o més directament relacionats per via icònica amb la realitat– i també confirmava que considerar la RV sota aquesta perspectiva permetia aplicar tot el potencial analític i vertebrador de la Semiòtica que, segons alguns autors (Maldonado, 1994), supera els àmbits tradicionals des dels quals s'han analitzat les imatges, com ara la Filosofia, la Psicologia i la Història de l'Art.

Per totes aquestes raons podíem aproximar-nos a l'ús de la RV en Arqueologia des del punt de vista semiòtic i aplicar a les simulacions computacionals la seva poderosa metodologia d'anàlisi a diferents nivells. I, com a conseqüència, també quedaven integrades en una estructura coherent les explicacions parcials provinents de cada domini de coneixement involucrat. Tanmateix, l'aplicació d'aquest marc presentava alguns problemes, derivats del fet que la Semiòtica ha estat desenvolupada en l'àmbit de la Lingüística i, en menor mesura, el món audiovisual i, per tant, no s'ajustava de manera exacta a la RV perquè, com a simulació interactiva de la realitat, aquesta no és cap llenguatge natural ni tampoc una imatge estàtica –que es comporta constitutivament– o una pel·lícula –que es comporta additivament. La RV conté alhora un component declaratiu i un d'icònic i, per tant, es situa a mig camí entre la conversa i la pel·lícula. També es distingeix pel fet que desestabilitza la relació tradicional entre significat i significat. Això es produeix per dos motius: el primer, perquè pretén substituir la realitat captada pels sentits; el segon, perquè conté un significat preestablert –el de cada signe– però el missatge global es construeix durant la interacció.

Així doncs, la darrera part del capítol estava dedicada a discutir l'adequació del marc teòric triat i acabava conclouent que aquestes diferències no són un obstacle per aplicar la perspectiva semiòtica sinó, al contrari, servia per ampliar el seu abast teòric i metodològic, sobretot tenint en compte que Piaget ja afirmava que la Semiòtica que ara anomenaríem “tradicional” era excessivament formalista. En el nostre cas, la semiòtica aplicada no era la lingüística, sinó la de la comunicació, que permetia adoptar un sentit més ampli i, per tant, proporcionava un major abast analític. Aquest és el principal

avantatge en comparació amb l'anàlisi duta a terme per Bettetini (Bettetini, 1991), una de les dues úniques reflexió similars a la meua que conec. Després d'haver acarat en profunditat la seva aportació i la meua, la conclusió extreta és que el present projecte de recerca va més enllà per tres raons. La primera, que no queda limitat per la dicotomia entre imatge i llenguatge. La segona, que no restringeix la pragmàtica a la interactivitat sinó que situa en aquest àmbit la finalitat de l'aplicació i, per tant, adopta un enfocament molt més ampli, en el qual la interactivitat queda inclosa com a eina específica, determinada pels objectius. La tercera i darrera, que Bettetini no tracta en cap moment ni la Semàntica ni la Sintaxi, la qual cosa l'hauria ajudat a comprendre millor l'abast de l'enfocament semiòtic de les TIC i potser llavors no hauria arribat a resultats tan poc encoratjadors sobre les possibilitats d'aquest marc teòric i analític.

En canvi, Delia Tzortzaki (Tzortzaki, 2001), autora de l'altra anàlisi de tipus semiòtic, adopta un enfocament purament pragmàtic, que la porta a considerar la RV des de la perspectiva de la transmissió de discursos arqueològics al museu. Això és, al meu entendre, un avantatge i un inconvenient alhora. És un avantatge –que fa que el seu estudi sigui més fructífer que no pas el de Bettetini – perquè, en primer lloc, no es limita a la descripció dels elements constituents del sistema, sinó que té en compte els factors externs, contextuals i epistemològics, que condicionen la forma adoptada per l'aplicació. Per altra banda, no compara la RV únicament amb un text, sinó que té en compte la seva doble dimensió, visual i textual, sempre dins el marc de l'espacialitat. Això la remet a una doble anàlisi: diacrònica, sobre els recursos posats en marxa per l'exposició com a espectacle i sincrònica, sobre la RV com a narrativa (històrica) específica, que és la forma que acostuma a prendre el discurs històric / arqueològic al museu. En darrer lloc, aquesta concepció més pragmàtica li permet analitzar una altra qüestió fonamental per a l'ús de la RV com a eina de divulgació al museu: la seva funció com a mitjà dins un altre mitjà, l'exposició, que li serveix de marc contextual. És evident que aquest enfocament obre més perspectives i proporciona més elements explicatius. Però, també és un inconvenient perquè llavors no duu a terme un estudi semiòtic complet sinó que la limita l'àmbit pragmàtic triat. L'exemple més evident és el fet que, com que es centra en la comunicació de l'Arqueologia al museu, les seves conclusions sobre la RV com a imatge i com a narrativa no se situen dins l'àmbit de la semàntica de la RV sinó de l'epistemologia arqueològica i la museologia, la qual cosa no aporta informació sobre la RV pròpiament dita, que és el que estem buscant aquí.

Després d'aquesta reflexió crítica, només quedava una consideració final: enlloc d'aplicar una eina analítica, estava simplement "semiotitzant" el meu àmbit d'estudi? La meua resposta es decantaria per la negació. Al nivell més general, semblava que simplement intentava establir els tres grans nivells propis de la Semiòtica –Sintaxi, Semàntica i Pragmàtica– però, en realitat, estava intentant analitzar les necessitats i les conseqüències de l'ús d'una eina comunicativa concreta en un entorn o amb un propòsit –és a dir, una pragmàtica– específics. Aquesta anàlisi pretenia ser el més exhaustiva possible, per tant, havia de tenir en compte tots els elements involucrats, des de la caracterització de la pròpia eina comunicativa –la RV– fins a l'entorn en què es feia servir –Arqueologia, museus–, passant per la manera com es feia servir –percepció, cognició, pedagogia. Això no significava només fer coincidir les qüestions que m'interessaven amb la Semiòtica sinó que la distinció tripartida era preexistent i, a més, l'anàlisi semiòtica concreta, tal com s'havia desenvolupat tradicionalment, es podia aplicar en alguns aspectes concrets, juntament amb les metodologies manllevades dels propis dominis de coneixement, com ara en el cas de la sintaxi i la semàntica de la RV

entesa com a imatge i, en un futur proper, de l'avaluació d'alguns dispositius emprats als museus²⁴⁶. Això no obstant, l'aplicació exhaustiva de la Semiòtica moderna és impossible perquè aquesta només està pensada i desenvolupada per a la Lingüística; en canvi, en origen, el *Trivium* medieval transcendia aquest àmbit i constituïa una reflexió sobre la realitat. És en aquesta accepció que l'entenc i que el vaig adoptar per a la meua recerca.

III.2.4. Semiòtica de la RV

Així doncs, havent presentat i justificat el seu marc teòric i metodològic, la part central de la tesi, que cerca els fonaments teòrics de l'ús de la RV en el procés de recerca arqueològica a través de la seva semiòtica, hauria d'haver estat dividida en tres grans capítols, dedicats respectivament a la sintaxi, la semàntica i la pragmàtica de la RV. Aquesta és, efectivament, l'estructura general del segon volum, si no fos que, a més, hi ha un capítol previ dedicat a la percepció, que tracta d'esbrinar si la RV és més efectiva que altres formes de representació per a la recerca i/o divulgació del coneixement arqueològic des del punt de vista de la percepció física i la cognició, que són els aspectes més bàsics involucrats en aquestes activitats. En realitat, aquest tema correspondria a la semàntica però, com que es refereix a les imatges internes, que són la base de les imatges externes –entre les quals es troben les reconstruccions virtuals– i conté qüestions que són prèvies qualsevol altra explicació, la vaig haver de situar abans per raons de coherència del discurs.

III.2.4.1. Percepció i cognició

El capítol de percepció estava format per dues grans seccions, dedicades a la percepció física i la cognició. La secció sobre percepció física tenia com a objectiu verificar la hipòtesi següent: la RV és més adequada que altres formes de representació perquè simula la nostra percepció física del món. La secció es centrava en la percepció visual perquè la RV computacional estava concebuda originalment per a aquest sentit, però els altres també estaven breument comentats perquè contribuïen a perfilar una conclusió sobre la qüestió inicial. El problema és que aquesta pregunta no podia ser elucidada sense més ni més, sinó que la resposta estava condicionada per la definició de percepció adoptada perquè no existeix una única concepció d'aquest fenomen: depèn del marc teòric. Per consegüent, la secció començava amb una revisió històrica de les teories generals i les principals aportacions relacionades amb la percepció visual (Lillo, 1993), ja que la concepció actual s'ha construït a partir de les successives aportacions històriques i convenia tenir una base per saber d'on provenen les diferents idees proposades.

²⁴⁶ L'avaluació de les aplicacions parteix de la premissa que els diferents tipus de símbol i el seu ús concret influeix en la manera com s'aprèn un contingut perquè posa els processos perceptius i cognitius de manera diferent. És una anàlisi en un segon nivell, entre la percepció i l'aprenentatge. Analitzant la manera com els fem servir i com els diferents símbols condicionen la comprensió i l'aprenentatge, podem, en primer lloc, construir una metodologia analítica bàsica, que permeti comprendre quins elements del llenguatge de comunicació virtual influeixen en l'aprenentatge a nivell qualitatiu i quantitatiu i, en segon lloc, establir una guia per al disseny de móns virtuals (quines metàfores fer servir i quan).

Després el capítol s'ocupava dels aspectes bàsics de la percepció visual (Fischler i Firschein, 1987; Kalawsky, 1993; Lillo, 1993). Aquesta secció proporcionava les informacions bàsiques per analitzar les característiques de la RV en relació amb la hipòtesi inicial i començava amb la física de la llum, ja que és l'element més bàsic i indispensable involucrat en la percepció visual. Però també ens interessava – especialment la qüestió del color – perquè després aquestes dades serien necessàries en parlar dels processos que es produeixen després de la retina. En aquesta primera introducció als aspectes més bàsics, també calia repassar breument l'anatomia i la fisiologia de l'ull, perquè eren informacions que s'emprarien en aquesta mateixa secció dedicada a les evidències psicofísiques, especialment, a l'hora de repassar les claus no pictòriques de la profunditat i el moviment, és a dir, la manera com la RV simula els nostres mecanismes físics de percepció del món.

Les dues següents seccions tractaven ja plenament dels processos que es produeixen després de la retina, tant des del punt de vista neurofisiològic com des del psicofísic. La primera és, al meu entendre, la veritable explicació sobre la percepció al nivell més bàsic, perquè les dades psicofísiques no són més que un resultat extern, observat experimentalment, del conjunt de processos neurals que s'ha produït al cervell. De totes maneres, avui dia, la informació encara és incompleta i també excessivament bàsica. Per exemple, seria com explicar què és la RV a través del codi binari: tindria sentit per als més experts i expertes en Informàtica, però seria poc útil des del nostre punt de vista. Per tant, la secció oferia un marc general per comprendre la complexitat de processament de la percepció visual i també, per exemple, per saber que el cervell rep la imatge retinal exacta del món real i després es processa en graus majors de generalitat i abstracció. Aquesta informació seria útil en el següent capítol, en parlar de la cognició, per tal de respondre a la qüestió de si pensem o no amb imatges²⁴⁷.

Finalment, la secció dedicada a les dades psicofísiques contenia informació provinent dels estudis experimentals sobre l'organització perceptiva (Lillo, 1993), el reconeixement dels objectes (Crespo, 1999), la tridimensionalitat (Arnheim, 1986; Lillo, 1993), el color (Lillo, 1993), el moviment (Munar i Rosselló, 1999), el temps i la causalitat (Estaún, 1999), que després s'aplicaria a la RV. Per altra banda, quan aquesta era disponible, també hi he afegit dades neurobiològiques. Tot i que aquestes informacions corresponen a la secció anterior, he preferit posar-les en aquesta per motius de simplicitat del discurs: com que són molt escasses, no servia de res crear apartats específics dins la secció anterior i, d'aquesta manera, tota la informació sobre cada aspecte quedava reunida en un apartat i això facilitava la seva consulta. Tot aquest capítol sobre els aspectes bàsics de la percepció visual és molt llarg perquè reflecteix una recerca molt exhaustiva sobre un tema inicialment desconegut per tal de poder realitzar inferències sobre la RV. Si vaig optar per escriure-ho tot en aquest treball és perquè així és possible saber amb tota precisió a partir de quines informacions he obtingut o extret les meves conclusions sobre la idoneïtat de la RV des del punt de vista perceptiu.

²⁴⁷ Des d'aquest punt de vista s'ha afirmat que el cervell és com una computadora i, per tant, que les TIC haurien de ser considerades especialment adequades per l'acompliment de qualsevol tasca cognitiva. Però la RV va més enllà de l'analogia computacional perquè és interactiva, pot ser immersiva i, sobretot, no és abstracta, mentre que aquest model provinent de la teoria de la informació considera que el cervell és una màquina de manipular símbols totalment abstractes. La primera RV pretenia assemblar-se a la interacció normal amb el món real però, a mesura que es desenvolupen les aplicacions, també ha anat integrant elements cada cop més simbòlics i el seu ús habitual és amb un baix nivell d'immersió. Per aquest motiu s'apropa una mica més a l'analogia.

Quines són aquestes conclusions, recollides en una secció subsegüent formada pels mateixos apartats que l'anterior? Podem dir que la RV és més adequada que altres eines de comunicació des d'un punt de vista estrictament perceptiu? Des d'un punt de vista general o, més concretament, del **marc teòric** que defineix la percepció, la RV aconsegueix les idees de la perspectiva ecològica de Gibson (Gibson, 1950) perquè intenta simular de la manera més perfecta possible la nostra interacció amb el món, que està caracteritzada per la immersió, la manipulació, la navegació, el punt de vista personal, la multisensorialitat, la resposta de l'entorn, etc. El problema és que, mentre que, a causa del seu origen computacional, la RV imposa una discretització dels sentits, atorga preferència a la vista i necessita interfícies difícilment dissimulables, la nostra percepció del món està constituïda per un agregat d'informacions obtingudes de la manera més natural possible. Després la secció intentava respondre a la pregunta de partida analitzant el grau d'adequació de la RV als diferents aspectes concrets considerats anteriorment:

- **Píxels i mapes retinotòpics:** el nostre sistema perceptiu també funciona amb píxels, però això no significa que la RV sigui millor o pitjor perquè algunes imatges analògiques –o la pròpia realitat– no presenten aquest sistema i les percebem perfectament. És important tenir-ho en compte perquè el pixelat de la pantalla ha de ser molt precís, molt realista perquè no notem l'agregat de punts i la percepció bàsica se'n ressentí. Però, per altra banda, a aquest sistema de punts tan precisos li manquen les “imperfeccions” que l'atmosfera terrestre imposa i que, a més, en algun cas es fan servir com a claus pictòriques de la profunditat. Per aquest motiu, les reconstruccions virtuals antigues ens semblen extremadament fredes o irreal.
- **Llum i color:** la RV també pretén simular els processos físics de producció de llum a la realitat, com per exemple a través dels algorismes de reflexió o la presència de dues capes, una amb el color inherent als objectes i una altra capa “ambiental” superposada. L'avantatge és que, com que és computacional, es poden calcular els valors del color –saturació, intensitat de llum, etc.– per ajustar-los als nostres límits de percepció, determinats psicofísicament. Per altra banda, cal parar molta atenció a la llum perquè és un dels principals factors implicats en el realisme visual –tridimensionalitat, profunditat d'escena, dinamisme– però és difícil de simular computacionalment perquè requereix algorismes molt complexos, amb molts càlculs, que poden alentir el dinamisme en tems real. Aquí es troba l'origen de la dicotomia entre realisme i interactivitat.
- **Claus pictòriques de la profunditat:** la RV simula sense problema totes les claus pictòriques de profunditat perquè té al darrere una llarga tradició de recerca pictòrica en relació amb la perspectiva. Altra vegada, l'avantatge és que, com que la màquina calcula i l'aplicació és interactiva, permet tenir no pas un sinó infinits punts de vista. És per aquest motiu que les reconstruccions virtuals es caracteritzen com a “2,5D” o “tridimensionalitat plana”: no hi ha una única perspectiva sinó que podem apreciar progressivament totes les cares d'un volum a mesura que ens desplaçem i, per tant, tenim la sensació d'observar realment una escena present, encara que sigui en una dimensió virtual, no física. El problema rau en el fet que el sistema de representació de l'ordinador imposa un

sistema cartesià, però se sap que la nostra percepció del món no ho és o, en tot cas, no únicament. Per això, podem concloure que, des d'aquest punt de vista, no es pot afirmar que la RV sigui adequada des del punt de vista fisiològic però sí que ho és des del punt de vista epistemològic, ja que les representacions arqueològiques de l'espai segueixen una mètrica euclidiana.

- **Reconeixement dels objectes:** En aquest cas, no podem fer servir el model de Marr (Marr, 1986) per justificar la bondat de la RV perquè és un model sorgit de la computació i estaríem caient en un raonament circular. Però sí que podem afirmar que la RV s'apropa al model dels "geons" de Biederman (Biederman, Glass *et al.*, 1973), perquè les reconstruccions estan formades per formes geomètriques bàsiques a les quals s'apliquen textures. La diferència rau en el fet que, en el cas de les imatges virtuals, les textures no conformen la pròpia geometria, sinó que es situen en una capa diferent. Tanmateix, aquesta divergència ontològica és positiva des d'un punt de vista epistemològic perquè permet la manipulació independent dels dos elements.
- **Claus no pictòriques de la profunditat:** Aquestes són les més difícils de reproduir perquè són externes als objectes i corresponen a fenòmens fisiològics que es produeixen dins el nostre sistema perceptiu. Alguns es poden simular externament –com per exemple la disparitat o el paralatge– però, tot i amb això, segueixen presentant problemes perquè el nostre sistema perceptiu visual és molt sensible i qualsevol desajust provoca malestar físic. Tanmateix, el que genera més dificultats és la sensació de presència, perquè inclou un seguit de factors –ergonomia, propociepció, multisensorialitat– que en una simulació computacional són difícils d'aconseguir perquè necessàriament hi actua un intermediari –la interfície– que imposa una determinada forma d'interacció –a més de l'esmentada discretització dels sentits– que impedeix tenir aquesta percepció global del món i del propi cos en ell que constitueix la sensació de presència. En aquestes circumstàncies, cal realitzar una suspensió d'incredulitat o bé acceptar que la funció de la RV no pot ser la substitució perfecta del món sinó la seva anàlisi.
- **Moviment:** El principal avantatge de la RV respecte d'altres tipus d'eina comunicativa és que és dinàmica i interactiva, com el món. Tanmateix, tornem a trobar-nos amb l'inconvenient que aquest dinamisme pot ser difícil de simular computacionalment perquè la percepció del moviment es basa tant en claus relatives als objectes com en claus físiques, pròpies dels sistemes perceptius de la persona.
- **Temps i causalitat:** El temps i la causalitat es perceben, respectivament, a través del moviment i les relacions establertes entre els moviments respectius dels objectes. Això fa que la RV sigui més adequada que altres representacions icòniques perquè pot simular la transformació dinàmica del món real i alhora controlar i comprendre els paràmetres causals. Segons algunes teories, percebem la causalitat sensorialment, mentre que segons d'altres ho fem cognitivament. En qualsevol cas, la RV pot ser útil per una ciència indicial com és l'Arqueologia ja que ajuda a reproduir processos hipotètics que ja han passat i que han produït, com a conseqüència, les evidències materials que percebem visualment, espacialment, al registra. Per tant, pot ser una bona eina des del punt de vista de

la pragmàtica i aquesta és una de les principals virtuts que emfasitzaran molts investigadors i investigadores que han realitzat estudis empírics per avaluar la utilitat de la RV.

Aquesta secció sobre percepció visual conclou amb una reflexió sobre el concepte de realisme, derivat lògicament de totes les explicacions anteriors. La pregunta general –que en el fons, correspon a una nova versió de la hipòtesi de partida– era la següent: simula la RV el món tal com és, tal com el percebem i tal com el representem? Després de repassar els darrers estudis sobre la percepció visual (Gibson, 1950), la història de les representacions icòniques occidentals (Durand, 2002) i la manera com es desenvolupen les capacitats pictòriques en la infància (Arnheim, 1986), la resposta és la darrera possibilitat. La RV simula el món tal com el representem, la qual cosa pot semblar, en certa manera, una tautologia. Però no es pot afirmar que la RV és millor perquè simula l'aprehensió visual humana del món perquè, en primer lloc, s'ha demostrat que participem activament en la percepció, la qual cosa significa que els factors culturals hi influeixen i, per tant, que no és tan intuïtiva o natural com ens pensem. Ni tampoc és universal, perquè diferents cultures tenen diferents sistemes de representació. En el cas de la RV, tot i que reflecteix bidimensionalment l'estructura del nostre camp visual, l'hiperrealisme perspectivista és només una de les moltes formes de representació, convencional, desenvolupada i consolidada per raons històriques. L'evolució cultural ha evidenciat certs continguts mentals que espontàniament eren inaccessibles a la consciència i els ha desenvolupat com a sistema convencional de representació visual de la realitat. Això significa que **dins** la nostra cultura occidental, ens trobem davant la manera més realista de plasmar el món. I això és així, no pas perquè el realisme sigui un valor absolut, sinó per motius històrics, perquè la influència de concepció científica en la cultura occidental ha associat els dos elements i ha tendit a rebutjar qualsevol altra forma de representació que no contingui estrictament aquestes invariants: s'ha emfasitzat l'exactitud en detriment de la riquesa de la informació.

Això no obstant, la RV presenta un avantatge respecte de la tradició anterior perquè conté alhora la totalitat de l'objecte i una infinitat de punts de vista. D'aquesta manera, supera la dimensió estrictament fotogràfica, tot mantenint-se dins la concepció perspectivista occidental. Mentre que en altres sistemes, com que la imatge és estàtica, es representa cada cosa segons un punt de vista conceptual, en el cas de la RV, com que és dinàmica, es poden representar tots els punts de vista estrictament geomètrics i la dimensió conceptual es situa en el nivell de la virtualitat, gràcies a la interactivitat. I si és conceptual, no és objectiva. Tenint en compte aquestes idees, l'últim apartat d'aquestes conclusions reflexiona sobre quina és la mida adequada de realisme: aquella que s'adequa a les necessitats imposades pels objectius, que no tenen a veure amb la iconicitat –tal com passa amb el *VH*, que es recolza en el realisme visual per dotar-se de credibilitat– sinó amb la capacitat comunicativa del sistema.

El capítol sobre percepció es completava amb algunes informacions sobre els altres sentits (Coiffet, 1995). Per exemple, el **so** serveix per confirmar el comportament dels objectes o bé informar d'esdeveniments que no veiem. És difícil simular el so tridimensional perquè nosaltres estem en moviment i el sistema sensorial auditiu és sensible, però s'ha comprovat que contribueix a augmentar la sensació d'immersió i que, en el cas de l'aprenentatge pot dur a terme una funció més simulativa o més simbòlica, per exemple, informant de les accions errònies. El **tacte** també demostra que amb la vista no n'hi ha prou per simular la realitat, ja que els estudis han evidenciat que

les tasques es realitzen millor quan es compta amb aquest tipus d'informació sensorial. Però, malauradament, aquest és un dels sentits veritablement difícils de simular computacionalment, la qual cosa fa que algunes persones prefereixin sense cap dubte la interacció amb el món real. Per això, la presència d'interfícies tàctils no ha d'estar enfocada a la simulació perfecta del món sinó a finalitats més científiques, com ara, en el cas de l'Arqueologia, la recerca d'aspectes qualitatius i quantitius relacionats amb el registre arqueològic –ús simbòlic de la llum, construcció de monuments, etc. L'**olfacte** demostra que la simulació computacional no estava preparada per aquest tipus d'immersió, ja que els ordinadors estaven pensats únicament com a sistemes audiovisuals i han hagut d'implementar aparells totalment aliens per reproduir les olors.

Tot això confirma que la RV no simula el món sinó la nostra percepció d'aquest. I encara es pot precisar més aquesta conclusió i afirmar que els seus objectius, que provenen de la fase de la RV anterior a les computadores, són propers a la perspectiva ecològica, però que, pel fet de ser computacional, no simula realment la nostra percepció sinó una concepció concreta d'aquesta, més tradicional, que l'entén com una recepció passiva independent de cada tipus d'informació estimular quan en realitat la percepció correspon a un fenomen global, intern, actiu, que inclou la consciència de la presència corporal i cognitiva en el medi. I això és molt difícil de simular externament i computacionalment perquè precisament els ordinadors treballen individualitzant unitats d'informació abstractes. De tot això es dedueix que la realitat sempre és millor a qualsevol simulació i que, per tant, els ordinadors s'han d'emprar per allò que saben fer millor, és a dir, per calcular. La qual cosa aparta la RV de la dimensió ontològica i la situa en la funció epistemològica.

Un cop referida la qüestió sobre els aspectes més físics de la interacció bàsica amb un sistema de RV, el capítol continuava amb els aspectes cognitius de la percepció visual. L'objectiu d'aquesta secció era verificar la hipòtesi que la VR és més adequada que altres mitjans de comunicació perquè simula la nostra manera de pensar, ja que el cervell humà treballa principalment amb imatges. Per això primer calia establir la relació entre la percepció i la cognició (Bruce, Green *et al.*, 2003; García-Albea, 1999), ja que no hi ha una concepció acceptada universalment i, per tant, per respondre a la pregunta sobre la idoneïtat de la RV ens hem de decantar per una o altra teoria funcional del sistema cognitiu. Així doncs, aquesta introducció també servia de base per comprendre clarament el discurs posterior, contingut en una estructura similar a l'emprada en parlar de la percepció física: un apartat dedicat a presentar la informació recollida sobre la qüestió i un altre dedicat a les conclusions relatives a la RV, extretes a partir de les dades anteriors.

Els primers apartats parlaven sobre què són les representacions mentals –és a dir, com funciona el cervell– i quins tipus n'hi ha (Mayor i Moñivas, 1992a). Després exposava la informació específica sobre les imatges mentals (Kosslyn i Pomerantz, 1986; Mayor i Moñivas, 1992b; Paivio, 1971) –què les caracteritza, quina relació mantenen amb el llenguatge i el raonament–, que són l'objectiu final de la problemàtica present. En aquest cas, el discurs també era llarg perquè tampoc no hi ha acord sobre aquestes temes en l'àmbit acadèmic corresponent i, per tant, calia exposar l'estat del debat actual abans de decantar-se per una o altra idea. Tanmateix, és possible d'extreure conclusions vàlides com a punt de partida per al tema que ens ocupa. En primer lloc, cal tenir present que la percepció inclou processos de baix a dalt i de dalt a baix, és a dir, que és de manera indestriable purament física - receptiva i alhora cognitiva. És modular

en la primera fase –la del processament de l'estímul– i unitària en l'ús conscient – segons l'objectiu de la interacció amb el medi–, i fa servir representacions mentals de naturalesa diversa però que, a la base, corresponen a diferents patrons d'activació neural. Una d'aquestes representacions són les imatges, que provenen originàriament de la informació proporcionada per la percepció visual, però també es poden construir a partir d'informació proposicional, verbal o més abstracta. La seva funció és l'obtenció i manipulació de coneixement i l'anticipació de la nostra interacció amb la realitat. La meua opinió és que normalment no funcionem amb imatges sinó amb representacions més abstractes, però les imatges –com el llenguatge, perquè tampoc no pensem amb el llenguatge verbal– es poden invocar a voluntat per resoldre alguns problemes específics. Les imatges participen activament en la percepció, la recuperació d'informació espacial o mètrica de la memòria, l'aprenentatge i el raonament.

El següent apartat estava dedicat a les imatges mentals i el raonament, ja que es poden establir paral·lels entre la RV com a model científic i l'ús reflexiu d'aquestes representacions. Les imatges presenten l'avantatge que, com que la càrrega semàntica ja hi està associada, la informació icònica és més fàcil de recuperar i es poden crear noves connexions més ràpidament. Des d'aquest punt de vista, l'avantatge de la RV és que no només reuneix elements procedimentals i icònics sinó que, a més, és una representació externa i, per tant, explícita, reproduïble i verificable. Per això s'afirma que la RV activa recursos que milloren l'aprenentatge. En realitat, la RV no és més adequada perquè pensem amb imatges sinó perquè és una simulació externa, amb algunes semblances respecte d'aquella fem servir internament per predir el comportament del món, però també amb algunes diferències, totes elles causades pel fet de ser un model computacional: la RV permet la precisió mètrica euclidiana, l'exhaustivitat i l'explicitació, però té menys flexibilitat i creativitat, és a dir, que no és possible treballar amb nocions aproximades ni extreure altres informacions més enllà de les calculables o programables. Per altra banda, com que és alhora icònica i proposicional, conté menys riquesa expressiva que el llenguatge verbal però també és menys ambigua. I, sobretot, el llenguatge és lineal, mentre que la RV és quadridimensional.

Per tot això, la RV manté una correspondència analògica amb el món real, que pot ser un avantatge si la tasca a acomplir la demana –com ara en dominis de coneixement que treballen amb les relacions d'espai - temps convencionals– però en altres circumstàncies la flexibilitat de l'abstracció pot ser millor. Per exemple, també es pot comparar amb els mapes cognitius –el darrer dels apartats d'aquesta secció–, que són representacions complexes, construïdes a partir de la interacció directa amb el món i que s'activen a l'hora de treballar amb l'espacialitat. En aquest cas, destaca la proximitat entre la RV i els mapes mentals perquè, tot i tenir una concepció principalment cartesiana, la primera pot integrar la percepció objectiva –cartogràfica– i subjectiva de l'entorn, tal com passa amb les nostres representacions espacials internes. Així, la RV és pot adoptar tant el punt de vista exocèntric com l'egocèntric, i això és així gràcies a la seva virtualitat, iconicitat i capacitat de càlcul, que li confereix una certa flexibilitat, menor que en les representacions mentals, però ha guanyat en precisió.

Un altre avantatge respecte de les imatges mentals és que posseeix un component comunicatiu inherent, mentre que les imatges mentals són totalment privades i, en expressar-les, queden limitades per les condicions de cada pragmàtica específica. Per tot això, la RV és adequada; però no pas perquè simuli millor la nostra percepció de la realitat o el funcionament del sistema cognitiu sinó perquè reuneix algunes de les

característiques relatives a aquests dos àmbits i a compleix els requisits epistemològics de les construccions científiques humanes. Per exemple, és una representació alhora icònica i procedimental interactiva, que permet adoptar un punt de vista exocèntric i egocèntric²⁴⁸, que és menys flexible però també és més explícit i conté la mètrica euclidiana amb què treballem habitualment. L'exemple més clar, com deia anteriorment, seria la comparació amb els mapes cognitius: aquestes representacions internes són poc precises des del punt de vista quantitatiu, però totalment eficaces des del qualitatiu; en canvi, els mapes externs proporcionen un altre tipus d'informació, útils en altres situacions normalment més convenients per la Ciència convencional. Per tant, és adequada des d'un punt de vista no pas estrictament cognitiu sinó epistemològic; i és precisament en la Ciència que es basa la comprensió humana de l'univers.

III.2.4.2. Sintaxi de la RV

Un cop establertes aquestes primeres comprovacions sobre els aspectes més bàsics de l'ús de la RV –que, en el fons, corresponien a la seva semàntica–, el segon volum d'aquesta tesi entrava de ple en l'aplicació del marc teòric i metodològic semiòtic. Aquesta anàlisi es va realitzar emprant les metodologies i informacions des dels àmbits més propers a cada qüestió i, novament, tornava a repetir la mateixa estructura que en apartats anteriors: un primer capítol en què s'examinava l'àmbit de coneixement de referència i un segon en què s'intentaven extreure les conclusions per a la RV. El primer capítol, dedicat a la semiòtica de les imatges, començava definint la noció d'imatge (Alonso i Matilla, 1997; Villafañe, 1998) per tal d'establir una mínima base conceptual i situar la RV respecte de les imatges tradicionals, ja que aquestes diferències serien determinants per les conclusions sobre la semiòtica. Després es duia a terme una breu explicació sobre la sintaxi i la semàntica de les imatges. ¿Per què les imatges i no la lingüística, atès que aquesta ha estat molt més desenvolupada? Les reconstruccions virtuals contenen llenguatge verbal, i està situat a dos nivells: un d'intern, que regula el funcionament de la simulació, però és de tipus lògic i mai no és visible; i un altre d'extern, dirigit a proporcionar informació a l'usuari o usuària. Però, si realment es tracta d'una reconstrucció virtual i no pas d'un multimèdia, llavors la comunicació es realitza principalment a través d'interfícies visuals i motores i el llenguatge a compleix un paper marginal. Així doncs, l'anàlisi semiòtica aplicada provenia dels dominis de coneixement que han estudiat les imatges –l'Art i la Comunicació audiovisual²⁴⁹– perquè la RV presenta característiques que l'apropen més a les representacions icòniques que simbòliques.

L'anàlisi sintàctica exposava quins són els elements constitutius més essencials de les imatges –morfològics (formals), dinàmics (temporals) i escalars (significants icònics)– i com s'articulen per construir significats (Alonso i Matilla, 1997; Hamm, 1986): ho fan de manera molt similar a la percepció de les escenes normals. Pel que fa a l'anàlisi semàntica, tractava tres aspectes: la manera com es produeix la lectura visual d'una imatge, la relació entre la denotació i la connotació i la manera com s'estableix la

²⁴⁸ No hem d'oblidar les crítiques postmodernes al GIS tradicional.

²⁴⁹ En aquest cas va caldre eliminar els aspectes que provenien del món de la publicitat i que no eren tan convenients per als models geomètrics perquè analitzaven els aspectes connotatius més que no pas els denotatius.

relació entre un objecte i la seva representació (Rodríguez Diéguez, 1978; Tijus, 1995; Villafaña, 1998). Això darrer es va realitzar a través de la comparació entre les semblances ontològiques o físiques, la qual cosa porta, en primer lloc a definir el concepte d'iconicitat i, en segon lloc, a distingir entre tres tipus de relació diferents, l'homologia, l'isomorfisme i l'analogia, atès que la RV és un model de la realitat. Finalment, la darrera secció corresponia a la funció de les imatges i abordava el tema de manera molt general, a manera d'introducció, perquè després ja parlàrem específicament de la recerca i la transmissió d'aquest coneixement als museus.

La sintaxi de la RV es va analitzar des de dos punts de vista. En primer lloc, el de les imatges –a partir de la informació proporcionada per l'Art –, i va permetre d'evidenciar que, en una reconstrucció, es conserven els elements bàsics que també trobem, per exemple, en una pintura o una fotografia, però adaptats a la tecnologia:

- El punt, convertit en píxel, és l'element constitutiu més elemental.
- L'estructura geomètrica és fonamental i després se li superposen les textures.
- La representació de l'espai també és perspectivista, però ara s'hi ha afegit la multiplicitat de punts de vista.
- Apareix la interfície i el dinamisme –encadenament potencial d'imatges– com a elements dinàmics de la imatge i també augmenta la flexibilitat dels elements escalars.

En segon lloc, la constatació d'aquestes novetats va portar a examinar la sintaxi també des del punt de vista lingüístic, per comprendre més profundament les transformacions introduïdes per la tecnologia simulativa. La conclusió va ser que, en qualsevol dels dos casos, l'element clau que altera el marc de referència és la interactivitat com a recurs narratiu. Des de la perspectiva de les imatges, pot afectar els dos nivells de sintaxi definits per Villafaña, segons que es tracti només de navegació a través de les imatges –afecta només el segon– o de modificació del món virtual –llavors afecta també el primer. Com a conseqüència d'aquest fet, la RV deixa de ser purament icònica, per integrar una dimensió abstracta, amb una finalitat comunicativa, que l'apropa més al llenguatge verbal. Però tampoc no s'hi identifica completament: gràcies a la interactivitat, supera la unidireccionalitat del text escrit per convertir-se en un diàleg; tot i que tampoc no correspon a una conversa humana perquè no hi ha creativitat, ni impredecibilitat, però en canvi es guanya en exhaustivitat i multiplicitat de codis de comunicació, tal com succeeix en la relació quotidiana amb el medi. La diferència respecte de la darrera és que, mentre que aquesta acostuma a ser denotativa i connotativa a un nivell cultural –significats conceptuals apresos en societat–, la RV és connotativa a un nivell superior, epistemològic o de raonament.

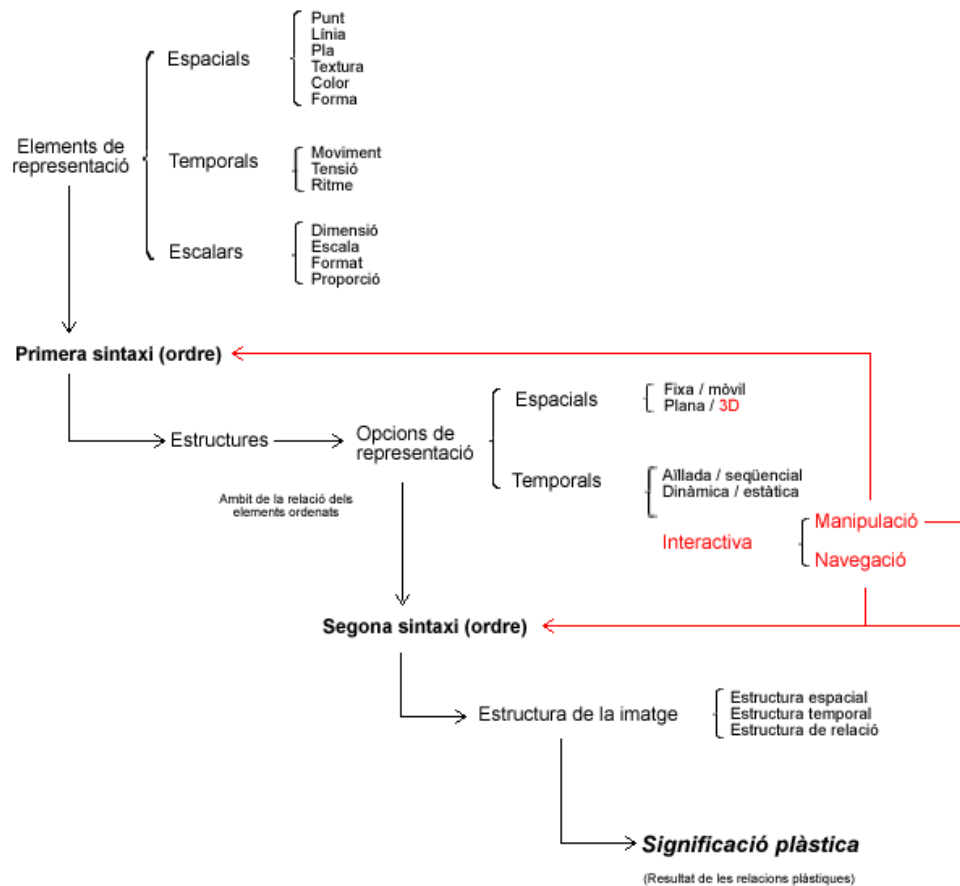


Figura 76: Funcionament semiòtic de la RV: la seva interactivitat modifica sensiblement l'esquema pensat per les imatges.

III.2.4.3. Semàntica de la RV

L'anàlisi semàntica també va aportar conclusions molt interessants sobre la relació entre la RV i el món real i la manera com la tecnologia interactiva aconsegueix o modifica els lligams semàntics convencionals. Per començar, a nivell intern, com que és computacional, desintegra la relació entre significat i significat i la transforma en lògica abstracta per poder manipular la informació. Després ho torna a traduir a llenguatge icònic, referencial, en virtut de la geometria, que constitueix el punt de contacte entre el món de les formes i dels nombres. A nivell extern, també trenca la relació tradicional entre significat i significat perquè tendeix a difuminar la distinció habitual entre realitat i representació. Això és conseqüència directa de l'objectiu de la RV, que es proposa d'apropar al màxim, emprant la terminologia de Charles Tjijus (Tjijus, 1995), l'objecte proximal i l'objecte referit. En altres paraules, mai no arriba a trencar el triangle semàntic, però apropa al màxim el símbol i el referent; o, des del punt de vista estrictament lingüístic, simplifica la relació entre significat, significat i símbol perquè disminueix el grau d'abstracció del darrer.

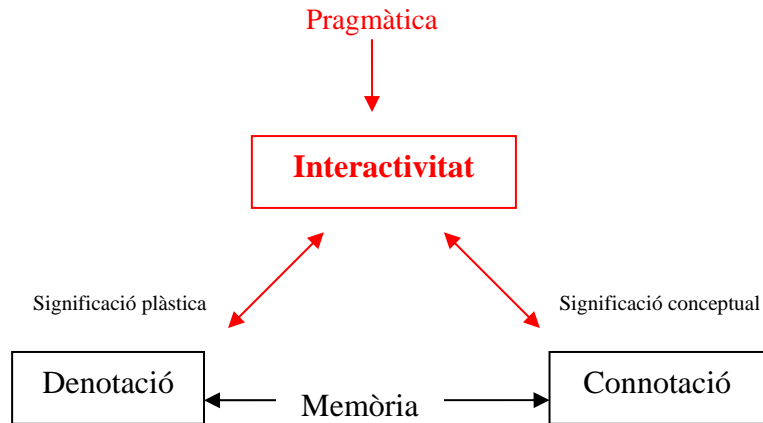


Figura 77: comprensió de les imatges tal com queda un cop modificada per la intervenció de la interactivitat.

Seguidament, la secció sobre semàntica de la RV realitzava una reflexió sobre l'essència de la RV, que es concretava en una comparació amb la realitat i l'establiment d'una gradació de la seva proximitat respectiva, a través de la iconicitat i l'homologia funcional. Si tenim en compte, juntament amb la funció, la forma i la semblança estructural, la RV –i, especialment la RVI– es podria considerar isomòrfica des del punt de vista formal i analògica des del comportamental. Aquestes característiques són, segons Wittgenstein i altres autors, les que li confereixen el poder o el valor verificatiu i, conseqüentment, les que la fan interessant per la Ciència, ja que la RV esdevé una eina de comprensió de la realitat. Si la comparem amb les imatges, la RV modifica l'escala d'iconicitat perquè conté altres elements determinants, a més del figurativisme del contingut –la interfície, el nivell de simbolisme de la reconstrucció i la interactivitat multidimensional–, la qual cosa ens porta a parlar no pas d' "escala d'iconicitat" sinó de "proximitat ontològica a la realitat", perquè estem simulant el comportament del món en quatre dimensions. Les tres primeres sí que són icòniques, però el temps s'ha de considerar abstracte perquè no és directament observable i la seva constatació prové de la inferència intel·lectual. En el cas de la RV, el temps es manifesta a través del dinamisme/interactivitat i serveix de base per la seva funció epistemològica: la transformació dels objectes virtuals estableix vincles no només icònics sinó també de causalitat lògica, amb l'avantatge que pot alterar a voluntat el transcurs del temps, la qual cosa és impossible en la realitat. Aquesta capacitat, que tan útil pot ser pels interessos de les Ciències Històriques, situa la RV en un nivell més abstracte que la pura simulació interactiva de l'entorn.

Escala d'iconicitat o abstracció				
Grau	Nivell de realitat	Criteri	Dimensions	Exemple
0	Objecte	Restableix totes les propietats de l'objecte	3 (material)	Objectes en una exposició; jaciment arqueològic
1	Model tridimensional a escala	Restableix totes les propietats de l'objecte. Existeix identificació però no identitat	3 (materials i representades)	Reproducció d'un objecte; reconstruccions com l'Archéodrome o Calafell
2	Model reduït o augmentat	Les propietats geomètriques es mantenen	3 (materials i representades)	Maquetes
3	Imatges de registre estereoscòpic	Restableix la forma, mida i posició dels objectes emissors de radiació presents en l'espai	3 (no materials però sí representades)	Hologrames
3,5	Realitat Virtual	Restableix la forma i posició dels objectes emissors de radiació projectats en una pantalla segons una perspectiva rigorosa	2 materials 2,5 o 3 planes + temporal	Reconstruccions virtuals
4	Ortofotografia	Projecció, perspectiva rigorosa	2 materials 3 representades	Fotografia d'un sòl al jaciment o d'un objecte sense distorsions (fotogrametria)
5	Fotografia en color	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Fotografies
6	Fotografia en blanc i negre	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Fotografies
7	Dibuix perspectivista, perfils dibuixats	Criteris de continuïtat del contorn i de tancament de la forma	2 materials 3 representades	Dibuixos
8	Esquema anatòmic o de construcció	Es manté la topografia però arbitrarietat dels valors, quantificació dels elements i simplificació	2 materials 3 representades	Tall anatòmic, mapa geogràfic, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic
9	Vista en secció o en alçat, representació figurativa no perspectivista; pictogrames	Es produeix identificació però les relacions espacials estan alterades. Totes les característiques sensibles, excepte la forma estan abstractes. Disposició segons proximitat topològica	2 materials 2 representades	Tall anatòmic, mapa, plantes i seccions, dibuix de material ceràmic sense mètrica, esquemàtics; circuit elèctric; siluetes, dibuixos infantils
10	Organigrama o esquema bloc	Substitució dels elements per símbols normalitzats; pas de la topografia a la topologia; geometrització	2 materials 2 representades	Organigrama d'una societat o d'un programa d'ordinador
11	Esquema de formulació	Els elements són caixes negres funcionals, enllaçades per connexions lògiques	2 materials 2 representades	Fórmules químiques desenvolupades, sociogrames
12	Esquemes d'espais complexos	Relació lògica i topològica en un espai no geomètric entre elements abstractes. Les unions són simbòliques	2 materials 1 representada	Forces, esquemes d'estàtica
13	Esquema d'espais purament abstractes i esquemes vectorials	Combinació en un mateix espai de representacions d'elements esquemàtics (fletxa, recta, pla, objecte) pertanyents a diferents sistemes. No estan units per cap criteri lògic	2 materials 0 representades	Gràfics vectorials, objectes sonors, triangle de les vocals
14	Descripcions en paraules normalitzades o fórmules algebraïques	Representació gràfica en un espai mètric abstracte de les relacions entre magnituds vectorials	2 materials 0 representades	Equacions i fórmules. Textos
15	Signes	Signes purament abstractes, sense connexió imaginable amb el significat	2 materials 0 representades	Signes fets a l'atzar, automàticament

Taula 19: Situació de la RV dins l'escala d'iconicitat.

Escala de proximitat a la realitat de la RV						
Nivell de realitat 1	Criteri 1	Grau	Nivell de realitat 2	Criteri 2	Dimensions	Exemples
RH	Augmenta la realitat a través dels propis objectes	1+	Reproduccions de la realitat o aquesta mateixa que conté i mostra informació integrada	Artefactes informatius, actuen com la realitat	4 (les de la realitat)	<i>Tangible media.</i> Reproducció objecte museu Ename
RA	Augmenta la realitat a través de la seva captació i exhibició en una pantalla	3+	Imatge de la realitat amb informació superposada	És dinàmic, interactiu i mostra l'entorn en temps real	2,5 (navegabilitat en 2/3D pla) + 1 (temporal real)	PDA al museu o al jaciment
RVI	Simula la percepció multisensorial del món i la sensació d'immersió i presència en un entorn que pot preservar totes les propietats geomètriques	3,125	Model	És dinàmic, interactiu i simula la temporalitat	3,99 (temporal, navegabilitat i multisensorialitat)	Holodeck. VisTA- walk system és el que més s'hi apropa
		3,25	VH	És dinàmic	2,5 (navegabilitat i 3D pla)	Projecte Nu.Me, Troya VR, etc.
		3,375	Imatges digitals	És estàtic	2 (igual que una fotografia)	Dunhuang CAVE
Desktop	És com una finestra a un món manipulable. Projectió segons perspectiva rigorosa	3,625	Model	És dinàmic, interactiu i simula la temporalitat	3,99 (temporal, navegabilitat i multisensorialitat)	Vista System, Projecte Nu.Me
		3,75	VH	És dinàmic	2,5 (navegabilitat i 3D pla)	La majoria de reconstruccions virtuals actuals
		3,875	Imatges digitals	És estàtic	2 (igual que una fotografia)	La majoria de les primeres reconstruccions virtuals

Taula 20: escala d'iconicitat o, més aviat, de proximitat a la realitat, tal com queda un cop hem introduït la capacitat interactiva quadridimensional de la RV.

III.2.4.4. Pragmàtica de la RV I: teoria arqueològica

L'anàlisi semiòtica de la RV es completa amb la consideració del seu vessant pragmàtic, és a dir, amb de la manera com els usos, els objectius –habitualment comunicatius–, etc. de la representació condicionen les seves característiques. Des del punt de vista general, la RV és (més que) una imatge i, per tant, pot acomplir les principals funcions que aquestes duen a terme: descriptiva, informativa, creativa, estètica, suggestiva... però, en qualsevol cas, és comunicativa, una funció que queda reforçada pel fet que la RV, a més d'estar constituïda per imatges, està generada computacionalment i l'objectiu d'un ordinador també és la comunicació de dades i coneixement. En un segon nivell de generalitat, la RV està determinada per la seva aplicació en un àmbit o domini de coneixement específic. En aquest sentit, havíem vist que la constitució sintàctica i semàntica de la RV ens allunyava de la pura ontologia i ens portava reiteradament a la funció epistemològica perquè les reconstruccions estan determinades per la seva base computacional. Això justifica el seu ús en les disciplines científiques, com per exemple la Física, l'Astronomia, l'Ecologia o l'Arqueologia. La RV hi pot intervenir a dos nivells: en el de la recerca, en què esdevé un model científic per l'obtenció de coneixement; i en el de la difusió, en què esdevé una eina comunicativa per a la re-construcció d'aquest mateix coneixement.

En aquest punt sorgia la qüestió principal de la pragmàtica de la RV: hi ha alguna justificació teòrica fonamental per aquests dos usos, és a dir, podem afirmar que la RV

és més adequada que altres formes de representació tenint en compte les necessitats epistemològiques i socials de l'Arqueologia? La bibliografia consultada insistia en la utilitat de la RV però no recolzava aquesta afirmació en cap base teòrica o empírica. Des del punt de vista didàctic no era tan necessari –malgrat que els museus de ciència han demostrat la utilitat pedagògica de la tecnologia per mostrar la base metodològica del seu coneixement– però des del teòric calia establir clarament una connexió entre la RV i l'Arqueologia, i aquesta es troba en el llenguatge de representació de les unitats de coneixement bàsic del domini. Així doncs, la resposta a la pregunta de partida és que sí perquè tant l'Arqueologia com la RV manipulen entitats espaciotemporals. I aquesta afirmació es manté independentment de la concepció subjacent de l'Arqueologia²⁵⁰, perquè totes les tendències teòriques –que, per raons d'espai i temps he reunit en tres grans línies de pensament, tot i ser conscient dels perills d'una excessiva simplificació– es basen en el registre arqueològic com a font primària de coneixement. Això no obstant, cadascuna comporta qüestions diferents, que determinen els objectius, continguts i situació dins el procés de recerca de la RV.

La primera de les tres grans escoles és el materialisme cultural (Fernández Ruiz, 2002; Fernández Ruiz i González Garrido, 2002; Gómez Robles i Fernández Ruiz, 2003). La majoria de les aplicacions de RV es situen en aquesta línia i constitueixen el que es coneix com a *Virtual Heritage*. Com que l'única base teòrica explícita ha estat establerta des de l'àmbit de l'Arquitectura, aquesta ha imposat el seu punt de vista particular a les restes arqueològiques: espacialitat, restauració, prova de solucions tècniques i, sobretot, els exemples s'escullen segons una valoració estètica, per la qual cosa, només es tenen en compte els monuments més importants o els assentaments urbans. La RV només serveix per restaurar el monument en la seva antiga glòria i únicament fa ús d'un hiperrealisme descriptiu que posa èmfasi en l'aspecte extern de l'edifici perquè no l'entén com a espai viscut sinó com a objecte immutable, valorat per les seves qualitats estètiques, és a dir, gairebé com una escultura. La relació amb les disciplines històriques és que assimila les imatges del monument amb el passat, tal com acostuma a produir-se amb el Patrimoni. Per altra banda, s'intenten representar tots els detalls, sense tenir en compte ni mostrar l'estat real del coneixement sobre el jaciment. La raó és que l'important és la restauració de l'espacialitat i el realisme màxim confereix credibilitat a la hipòtesi proposada. Tot i que això no és intrínsecament negatiu, se li poden adreçar dues crítiques principals. La primera, que subestima les capacitats reals de la RV i, a causa de l'excessiu realisme visual, impedeix l'ús del potencial interactiu de la tecnologia. La segona, que és aliè als objectius i necessitats de l'Arqueologia tal com s'entén en aquest projecte de recerca –com a ciència que explica a través de les conseqüències materials dels processos diacrònics els fenòmens observats en el present– però en canvi coincideix amb la concepció tradicional de la disciplina –descripció de restes i monuments valorats per les seves qualitats artístiques– i la reforça. Per tant, en les reconstruccions virtuals arqueològiques conflueixen les tradicions artístiques provinents de diferents disciplines: la pictòrica –per les qüestions relacionades amb la representació de la perspectiva i el realisme visual–, l'arquitectònica –els edificis com a escultures– i, finalment, l'arqueològica –consideració únicament estètica de les restes del passat.

²⁵⁰ En treballs anteriors es va evidenciar la influència que la concepció de l'Arqueologia exercia sobre el tipus de reconstrucció virtual a partir de l'anàlisi de les reconstruccions; en aquest treball es realitza la demostració a partir del marc teòric.

La segona de les tres grans tendències en el pensament arqueològic és el processualisme. En aquest cas, la RV és una prolongació de la perspectiva quantitativa i computacional iniciada per la *New Archaeology* i, com a tal, constitueix una aproximació empiricista al registre arqueològic. És l'únic àmbit en què s'ha desenvolupat conscientment una teoria de la RV i aquesta iniciativa s'ha dut a terme des de dues perspectives diferents però amb nombrosos punts de contacte. La primera considera la RV com a model científic destinat a la visualització –“reproducció”– i l'experimentació –“reconstrucció”– i es fonamenta en la naturalesa hipotètic - deductiva de la disciplina i en la premissa que la RV és una bona representació de les dades arqueològiques (Barceló, 2000; 2001; 2002a; 2002b). La RV no té una aplicació explicativa de tipus històric o interpretatiu global; com que es tracta d'una representació de l'espai i el temps, només es pot aplicar a l'emmagatzematge i gestió de les informacions provinents del registre arqueològic. Amb l'avantatge que aquest mateix model serveix per la comprensió de la seva dimensió espacial - temporal: verificació d'hipòtesis en relació amb reconstruccions, transformacions diacròniques, Arqueologia del paisatge, etc. Seguidament, havent repassat quins tipus de raonament es troben implícits dins aquest ús de la RV, vaig arribar a la conclusió que la concepció general era principalment analògica. Normalment es fa servir des del punt de vista inductiu, però la meua opinió és que s'hauria d'integrar dins un procediment general hipotètic - deductiu que, en el fons, inclou les anteriors. Això és el que reclama Joan Anton Barceló perquè considera que l'Arqueologia pot ser una disciplina experimental, precisament gràcies a la introducció de la virtualitat computacional, que eixampla l'abast experimental o verificatiu més enllà de les cadenes operatives.

La segona línia de desenvolupament teòric és la que concep la RV com un llenguatge cognitiu (Forte, 2002; 2003; 2004). Partint d'un marc teòric ecosistèmic, desenvolupa una teoria cognitiva amb conseqüències per la comunicació i per la difusió als museus. La RV constitueix una representació metafòrica contextual de la realitat, que reuneix característiques útils per a l'Arqueologia –dimensió espacial i comunicativa– i, per tant, és com un mapa millorat perquè redueix l'abstracció però mantenint moltes de les propietats dels ecosistemes reals –interactivitat, immersió, connectivitat, etc. Com que aquesta teoria partia en un primer moment de l'Arqueologia del Paisatge, vaig dedicar un apartat a comprovar quines eren les relacions de la RV amb el GIS i vaig arribar a la conclusió que la RV comparteix o recull algunes característiques del GIS –espacialitat, càlcul, hipermedialitat– però el supera perquè és menys abstracte i més intuïtiu i, per tant, en aquest sentit ha integrat algunes de les crítiques post-modernes al GIS (Gillings i Goodrick, 1996). Amb el temps, Maurizio Forte ha evolucionat en les seves concepcions fins a crear una veritable teoria de la RV amb conseqüències per al VH, la comunicació i, fins i tot, els museus i l'aprenentatge. A partir d'una base ecosistèmica, va adoptar una teoria cibernètica de la informació i, de la integració d'aquests dos elements bàsics, va sorgir la noció de la RV com a entorn cognitiu, com a rèplica informativa del món real. Aquesta proximitat amb el Ciberespai fa que la RV perdi iconicitat, però l'autor creu que és precisament gràcies a la introducció de la hipermedialitat que la RV presenta avantatges per l'aprenentatge.

La darrera de les grans tendències teòriques de l'Arqueologia és la que podríem anomenar postmoderna (Champion, 2003; Owen, 1999; Roux, 2002; Tringham, 2004). El seu ús de la RV sorgeix a partir de les diferents crítiques adreçades a la *New Archaeology* –objectivisme, positivisme– i al materialisme cultural –manca d'interactivitat, entorns virtuals despoblats–, i podem citar-ne dos exemples diferents.

En el primer cas, els autors i autores no generen un corpus teòric explícit però sí propugnen un ús més intuïtiu –per exemple, noves formes d’anàlisi o exploració del paisatge (Beex i Peterson, 2004)– i obert de la RV, que pot prendre dues formes principals. La primera és la reconstrucció espacial però, com que la seva concepció de l’Arqueologia és històrica, perd la seva funció com a model científic experimental per esdevenir un intermediari que ajuda a comprendre un àmbit abstracte com és la Història. Per aquest motiu, també pot prendre una segona forma, la de metàfora o il·lustració dins una narració en un sistema multimèdia. A diferència de les postures arquitectònica i científica, també produeix conseqüències per a la divulgació, però de manera diferent a la teoria cognitiva anterior, ja que es considera necessari el fet que la gent participi i generi la seva pròpia narrativa, en lloc de ser una conseqüència optativa de la tecnologia.

El segon exemple, presentat per Erik Champion en diverses publicacions (Champion, 2003; 2005a), sí correspon a una proposta teòrica - metodològica pròpiament dita. Està fonamentada en una base formada per un doble marc, tecnològic –“concepte de presència”, característiques dels videojocs– i històric –concepció postmoderna de les Ciències Històriques, concepte de “presència cultural”–, i permet una validació empírica, a través de l’avaluació i les anàlisis experimentals pròpies de la Psicologia cognitiva. La idea fonamental és que les reconstruccions actuals no proporcionen una idea de com era veritablement el passat perquè són buides i estàtiques. La millor eina per comprendre com eren les cultures pretèrites són els videojocs, ja que la seva interactivitat permet alhora mostrar la dinàmica del passat –agents socials que realitzen accions– i aproximar-s’hi seguint una estratègia pedagògica basada en la interacció social –adopció d’un rol determinat pel context social i cultural– i l’aprenentatge actiu. D’aquesta manera, l’entorn virtual es converteix en un espai alhora pràctic i conceptual que proporciona coneixements sobre el patrimoni tangible i intangible però també una comprensió de l’alteritat.

Havent analitzat la qüestió en profunditat, les conclusions d’aquest capítol dedicat a la pragmàtica de la RV com a eina de recerca arqueològica tenien com a objectiu reflexionar sobre la seva influència sobre la disciplina a diferents nivells: el primer és el dels elements bàsics amb que treballa l’Arqueologia, l’espai i el temps; el segon és el del paradigma arqueològic emprat i presentat; el tercer és el de les implicacions epistemològiques més essencials. En el primer cas, tenint en compte que els marcs teòrics difereixen en alguns punts però tenen en comú la importància de les relacions temporals i espacials, la RV ha d’estar fonamentalment dirigida a la manipulació d’aquestes variables, gràcies a la virtualitat i la capacitat de càlcul que li confereix la seva base computacional. La RV modifica les concepcions tradicionals de l’espai – temps: en relació amb el primer, pot modificar els punts de vista i simular alhora l’espai objectiu i el percebut; pel que fa al segon, el temps deixa de ser inexorable i es pot manipular. D’aquí la utilitat experimental de la RV.

Les conclusions d’aquest capítol continuaven amb una reflexió sobre el paradigma arqueològic emprat i presentat, és a dir, sobre la manera com la concepció de la disciplina influeix en l’ús de la RV²⁵¹, que va portar a l’establiment de quatre models diferents:

²⁵¹ Crec que l’exemple més paradigmàtic és l’article de Sebastián Rascón (Rascón, 2002) perquè a partir d’una definició completament idèntica a la meua arriba a usos i reflexions totalment diferents als meus i la causa és la concepció romàntica descriptiva de la disciplina que explicita al principi de l’article.

Aproximació	Utilitat	Concepció Arqueologia
Presentació i descripció dades arqueològiques	Visualització d'objectes	Recuperadora de material arqueològic, tradicional en el sentit descriptiu
Presentació de descobertes espectaculars	Impacte emocional	Sensacionalista, descobriment de tresors, tradicional en sentit romàntic
Metodologia de recerca	Entendre la ciència a través de la seva metodologia	Ciència constructora de coneixement
Dimensió social, política, identitària	Cohesió comunitat, construcció identitat, dinamització econòmica	Disciplina social, integrada en el present

La meua opinió és que totes han de tenir cabuda perquè són útils per a diferents propòsits, objectius i destinataris, però essent conscients de la imatge de la disciplina i del Patrimoni que es transmet. El problema és que en aquest moment manca una reflexió teòrica bàsica i s'empra la RV perquè és moda i perquè revaloritza la disciplina de cara a la societat, però aquestes iniciatives estan conduïdes per interessos aliens a la disciplina, que manllevin una concepció aliena i errònia d'aquesta i la reforcen, mentre desaprovechen les capacitats reals de la tecnologia virtual interactiva per mostrar la base metodològica de la disciplina i acomplir la funció social educativa de la disciplina. Per aquest motiu el “*Virtual Heritage*” hauria de transformar-se en “*Virtual Record*”, una expressió que expressa el caràcter viu, present, útil de les restes materials del passat.

La darrera part de les conclusions sobre el paper de la RV en la recerca estava dedicada a les implicacions epistemològiques més essencials i prenia la forma d'una reflexió sobre allò que s'ha anomenat “Arqueologia Virtual”, és a dir, sobre la possibilitat que la RV no influeixi només sobre la manipulació de les dades o la presentació social del coneixement –com en l'apartat anterior–, sinó que actuï a un nivell epistemològic més fonamental i transcendental. Després de deu anys d'aplicacions, ¿hem de considerar que és una simple moda tecnològica o bé que contribueix al debat intern de la disciplina? Aquesta és una qüestió plantejada per la influència recent de les TIC però ja hi havia prèviament un context propiciador, format pels arqueòlegs/dòlogues quantitius/ves o els/les teòrics/ques com Jean - Claude Gardin. La realitat és que, com ja va passar amb la *New Archaeology* i els mètodes quantitius, la RV va sorgir a partir de la necessitat d'organitzar una gran quantitat de dades i ha acabat generant una reflexió, encara que minoritària i limitada també a l'àmbit del pensament processualista, sobre l'abast de la seva aplicació i les implicacions epistemològiques. Com que es tracta d'un debat intern, alguns autors consideren que no cal donar-li un nom nou, com si es tractés d'una altra Arqueologia, perquè forma part del propi desenvolupament de la disciplina.

El debat es basa en el fet que la RV i l'Arqueologia tenen com a punt comú el fet de treballar amb informacions visuals, espacials i que abans d'entrar al model computacional ja són “virtuals” perquè es tracta d'interpretacions a partir d'indícis. La RV serveix per organitzar les dades i les estructura segons un tipus de coherència visual que permet alhora comprovar-les i explicitar la cadena inferencial. Aquesta és, efectivament, una concepció empirista, però no necessàriament processual -funcionalista: la reconstrucció del jaciment o el paisatge no implica que el medi sigui l'únic element determinant ni tampoc que el model sigui objectiu en el sentit habitual del terme; el seu abast epistemològic es limita a la comprovació de les causes de la

formació del registre arqueològic –la construcció d’una teoria de rang mitjà que encara ens falta– des del punt de vista visual - geomètric. Com a tal, només és una de les moltes metodologies que es poden emprar en Arqueologia. I el seu objectiu no és descriure el passat –pretensió totalment impossible perquè no posseïm totes les informacions– sinó comprendre la causalitat del present a través dels indicis materials. En aquest sentit, la RV és idònia perquè, gràcies a la seva interactivitat, pot simular la causalitat i contribuir a fer que la disciplina deixi de ser estàtica i descriptiva per ser interpretativa. I, si aquests mateixos instruments es posen a disposició del públic, es pot aconseguir que l’Arqueologia perdi el seu caràcter estètic sacralitzador i esdevingui una eina pedagògica per mostrar el caràcter relatiu del nostre coneixement del passat.

III.2.4.5. Pragmàtica de la RV II: la difusió als museus

Continuant amb la pragmàtica de la RV, l’altre àmbit a analitzar era el de la transmissió del coneixement arqueològic obtingut a través de la recerca. L’estudi es va centrar exclusivament en el museu perquè és una de les principals instàncies de contacte amb el públic i és on més es fan servir les reconstruccions virtuals com a eina de difusió. Però la poca bibliografia disponible demostrava que aquest ús no està recolzat per una base teòrica sòlida, fonamentada en avaluacions empíriques dels usos i efectes reals. Per tant, l’objectiu del capítol consistia en establir una primera reflexió sobre el tema, reunint en un discurs coherent tots els àmbits implicats: el marc general, la museologia, la museografia i l’aprenentatge. La finalitat d’aquests apartats era comprovar si la RV és adequada per a la transmissió de coneixement arqueològic al museu des de cadascuna de les perspectives que conformen l’experiència museística.

El **marc general** establí el punt de contacte entre la RV i l’exposició des del punt de vista filosòfic. Aquesta caracterització general es realitzava a través de la contraposició de dos assaigs que s’ocupen explícitament de les noves perspectives obertes per les TIC en l’àmbit dels museus. Per a Bernard Deloche (Deloche, 2001), el punt comú és la virtualitat: l’Art i el museu són, respectivament, una virtualització del sensible i de la comunicació d’un coneixement, per aquest motiu la RV no és aliena al museu, sinó, ben al contrari, actua com a substitut –del qual el museu posseeix una llarga tradició– i ella mateixa és virtual. En canvi, Corinne Welger-Barboza (Welger-Barboza, 2001) parteix d’una concepció tecnològica, entén la virtualització com a digitalització i, per tant, la cadena causal està invertida: no és que la virtualitat del museu permeti la creació de noves formes de comunicació, sinó que la RV en tant que TIC ha comportat la desmaterialització –virtualització– del museu. A diferència del primer autor, que adverteix dels mals usos però es mostra expectant, les seves conclusions sobre la RV i el MV impliquen decepció perquè ha partir d’una concepció limitada –tecnològica– de la virtualitat. Aquest apartat també examinava l’efecte de les TIC sobre el Patrimoni: fa que disminueixi la seva materialitat i n’augmenta el valor documental informatiu. Des d’aquest punt de vista, segueix la tendència iniciada per les concepcions subjacents a la legislació del patrimoni i al consum cultural, per la qual cosa podem afirmar que no inventa res nou, només reforça un procés preexistent, que ara pren la forma de la patrimonialització virtual de la cultura humana i, més concretament, de les restes del passat.

El **vessant museològic** es preguntava pel rol de la RV com a intermediària entre el Patrimoni i el públic (Callebaut, 2002). Sigui en origen o sigui a través de l’ús a

posteriori, la RV presenta dues utilitats principals: en primer lloc, com que és icònica, interactiva, mòbil i personalitzable, pot ajudar a entendre les restes arqueològiques *in situ*; en segon lloc, evita la interrupció del contacte entre el Patrimoni i el públic perquè és molt fàcilment actualitzable i també permet que aquest hi participi activament, de manera que augmenten els sentiments d'identificació social i cultural i, per tant, reforça el vessant polític de l'Arqueologia. Però, en contrapartida, converteix el Patrimoni en pura informació i fa que perdi la materialitat que li és característica.

En el cas del **vessant museogràfic**, com que la diversitat de qüestions implicades complicava el seguiment del discurs, es va optar per organitzar les informacions seguint una estructura basada en un model simplificat de comunicació: en primer lloc, les qüestions en relació amb l'emissor –l'exposició–; i en segon lloc, les relacionades amb el receptor –el públic. Això permetia d'obtenir una visió no gaire aprofundida però sí panoràmica de la qüestió, tal com exigia l'enfocament bàsic d'aquesta recerca. La RV es pot considerar adequada com a eina museogràfica perquè comparteix amb la resta de recursos dues característiques bàsiques: la imatge com a mitjà d'interpretació del món i de comunicació dels continguts i la importància de proporcionar als i les visitants un paper actiu en el seu procés d'aprenentatge, a través de la interactivitat (Flon, 2002). Per altra banda, la RV pot actuar com a substitut d'un objecte o un jaciment, amb la qual cosa es situa com a darrer estadi en una llarga tradició d'ús de substituïts per als objectes originals, profundament arrelada en els orígens i evolució del museu (Deloche, 2001).

Hi ha tres tipus de substitut: per defecte, analògic i analític. La RV, sota la forma de *VH* ha estat emprada sobretot com a substitut analògic, en què no només suplanta l'objecte sinó que fins i tot recrea el passat i llavors pot ser equiparada als diorames (James, 1999; Moser, 1999). Des del punt de vista del substitut analògic, cal tenir molt present la manera com s'aprèn a través de les imatges, ja que no hi ha una adquisició conscient i mesurable de la informació, produeix un impacte difícil d'esborrar i a més, permet una major llibertat, per la qual cosa està molt més subjecta a la influència dels prejudicis previs de cadascú. Tornant als diorames, la RV posseeix el potencial de superar aquest ús i esdevenir el tercer tipus, el substitut analític, perquè es tracta d'una imatge interactiva i, per tant, pot accomplir una funció analítica, científica, que convé a l'Arqueologia i als museus perquè mostra el caràcter interpretatiu i el veritable rol dels objectes dins la disciplina i pot temperar el poder fixador de les imatges gràcies a la seva capacitat de presentar diferents alternatives.

Un altre punt important a considerar des de la perspectiva museogràfica era la relació de la RV amb els altres objectes i amb la resta de dispositius. Aquí era on, depenent de la concepció subjacent dels museus i l'Arqueologia, començaven a sorgir els conflictes. En primer lloc, la RV posava en entredit la posició dels objectes com a element central del discurs expositiu, originals valorats per les seves qualitats artístiques i monetàries, disposats en l'espai per ser contemplats de manera reverencial. Tant en aquest cas com en el supòsit que els objectes es situïn al mateix nivell que la resta de recursos, com a simple eina per la il·lustració o demostració d'un missatge, la RV pot ajudar a contextualitzar els objectes i integrar el seu significat en un discurs coherent, sovint associat a les anècdotes o la narrativa. Una de les possibilitats que desperta més expectatives és la RA, perquè el seu objectiu és aconseguir la màxima personalització i integració en l'espai de l'exposició (Ancona, Dodero *et al.*, 2002; Callebaut, 2002). Però, malgrat les bones intencions, el conflicte amb els objectes es manté perquè la tecnologia acapara l'atenció i perquè, com passa amb tots els substituïts, és vista amb

malfiança. Això és conseqüència d'un desconeixement de la RV i també depèn de la concepció de l'Arqueologia: si se l'assimila amb els objectes, llavors la RV es percep com una intrusa; si se l'assimila amb el passat, llavors es considera una eina adequada, però aquesta idea és errònia perquè el monument no és sinònim del passat. El text no planteja tants problemes perquè és abstracte; en canvi, la RV genera un conflicte perquè imposa una imatge que pot entrar en contradicció amb les del públic o d'altres experts i expertes. Per altra banda, també genera rebuig perquè presenta el seu hiperrealisme com a garantia de màxima objectivitat i credibilitat. La qual cosa força a la contemplació i posa els i les especialistes en una situació èticament incòmoda perquè estan proporcionant informacions de les quals no estan segurs/es. Però, en el cas que el model es pugui manipular, és a dir, que sigui interactiu, també s'incomoden les emissores o emissors del missatge perquè veuen minvada la seva autoritat intel·lectual. Així doncs, la RV només pot coexistir amb els objectes si aquests s'entenen com a signe i no pas com a centre de l'univers museogràfic. I, en aquest cas, tampoc no s'ha de caure en l'extrem contrari, que seria considerar la RV com el recurs definitiu: és una solució per mostrar el caràcter experimental i indicial de l'Arqueologia en aquells casos en què no hi ha altres maneres més directes de fer-ho.

L'altra qüestió pendent és la de la relació amb els altres dispositius (Jovet, 2003). S'ha comprovat que les TIC en general presenten un problema d'integració perquè es tracta d'una eina molt específica, un mitjà de comunicació autònom situat en un altre mitjà, el museu, que, contràriament a l'anterior, és contextual i posseeix recursos subordinats i per tant, completament adaptats. La RV interfereix en l'espai de contemplació dels altres recursos i, sobretot, trenca la linealitat del discurs perquè ha traslladat la hipermedialitat al museu. De totes maneres, des d'aquest punt de vista, com en el cas anterior, les TIC no han fet sinó reforçar les tendències museogràfiques preexistents.

Seguint amb l'estudi de l'adequació de la RV des del punt de vista museogràfic, l'altra gran perspectiva analítica és la dels i les visitants, en la qual es va tenir en compte la realitat de la visita com a experiència immersiva (Belaën, 2003) i col·lectiva (Galani i Chalmers, 2003; Heath i vom Lehn, 2002; vom Lehn i Heath, 2003) i les qüestions de psicologia ambiental (Falk i Dierking, 2000; Rui Olds, 1994). En el primer cas, una exposició és un mitjà de comunicació molt específic que transmet el seu missatge a través de la immersió del/de la visitant en un espai significatiu amb el qual interactua. La RV opera de la mateixa manera amb la diferència que està generada per ordinador i, per tant, subjecta a les limitacions de les interfícies. Una altra diferència pot ser el grau d'iconicitat/abstracció: mentre que en una reconstrucció virtual els objectes acostumen a substituir la realitat, en una exposició actuen com a signes. Per altra banda, aquesta immersió es fa de manera col·lectiva i és en aquest punt en què sorgeixen clarament els conflictes perquè els ordinadors, pensats com a màquines individuals preparades per assolir objectius mitjançant un sistema lineal de preguntes i respostes, no poden satisfer la interacció social tan complexa que es genera en el si de l'exposició i acaben essent mal utilitzats o bé absorbeixen tota l'atenció en detriment dels altres objectes i visitants. S'han intentat diferents solucions a través d'interfícies diferents, però cadascuna presenta avantatges i inconvenients:

- **RVI:** amb HMD aïlla completament del món real; els CAVE permeten la visita en grup però estan limitats pel punt de vista i no tenen una interactivitat gaire sofisticada.

- **HR:** proposa la integració màxima en l'entorn real però encara s'està en fase de recerca.
- **RA:** semblava la millor solució, però imposa formes d'interacció individuals, encara excessivament centrades en l'aparell.

Finalment, en el cas de la psicologia ambiental, s'afirma que l'aprenentatge i el gaudi s'assoleixen quan les necessitats bàsiques i psicològiques es veuen satisfetes perquè llavors es poden dedicar a explorar lliurement l'entorn. En el cas de l'exposició, aquestes necessitats poden ser reduïdes a quatre: moviment, confort, competència i control. La RV trenca la linealitat del discurs i obre noves vies d'exploració que exigeixen la participació activa, però no segons els models actuals d'ús perquè, com que no havien estat pensades per aquest entorn, sovint són poc ergonòmics i poc adequats per la dimensió social de l'exposició. Pel que fa a la competència, aquest es revela com un dels aspectes més problemàtics perquè abans de poder interactuar amb els continguts cal aprendre el funcionament de la interfície: deixant de banda els casos de fòbia a la tecnologia, aquest no és mai evident i la gestió del temps al museu per part dels i les visitants no permet dedicar el temps necessari per descobrir com funciona. En canvi, un cop superat l'escull anterior, el control és un dels avantatges de la RV perquè les TIC es caracteritzen, precisament, pel fet de ser interactives i personalitzables.

L'**aprenentatge** era el darrer dels quatre apartats que repassaven els aspectes bàsics de la pragmàtica de la RV dins el context del museu. En aquest cas, es tractava de saber si, tal com emfasitzen la majoria de publicacions, la RV és adequada o, fins i tot, més efectiva que altres mitjans de comunicació, per l'aprenentatge de continguts arqueològics. Però, altra vegada, com en el cas de la percepció, calia definir la concepció bàsica que guiava l'anàlisi perquè la noció d'aprenentatge és complexa i la seva definició s'ha anat transformant al llarg del temps. Per aquest motiu, l'apartat començava repassant les teories generals sobre l'aprenentatge (Beltrán, García Alcañiz *et al.*, 1987; Bigge i Hunt, 1973; Coll, Gómez Alemany *et al.*, 1997; Pibernat, 1998), amb un doble objectiu: en primer lloc, comprendre que la posició actual –adoptada en aquest treball– no és universal i definitiva, sinó el resultat d'una evolució històrica, en el si de la qual hi ha diferents tendències, que determinen la orientació dels estudis i/o conclusions posteriors; i, en segon lloc, com a conseqüència d'aquesta constatació, comprendre d'on han sorgit les principals idees analitzades i/o defensades en aquest treball. A aquest repàs històric del concepte s'hi afegia una breu referència a l'evolució de la computació educativa (Winn, 1993), ja que, havent observat un paral·lelisme entre l'evolució dels paradigmes psicopedagògics i la de les aplicacions computacionals, era interessant de comprendre exactament quin ha estat el joc d'influències que ha portat a la consolidació de la forma actual de la RV com a tecnologia educativa.

Totes aquestes informacions servien per començar a analitzar la RV del punt de vista més general i teòric ja que, tenint present que no existeix una teoria general de l'aprenentatge amb RV, seguidament examinava fins a quin punt aquesta tecnologia s'adequa o segueix els dos grans paradigmes psicopedagògics històrics: l'associacionisme i el constructivisme (Fällman, Backman *et al.*, 1999; Jackson i Fagan, 2000; Vera, 2004; Winn, 1993). Després, començaven els subapartats dedicats pròpiament a la qüestió central d'aquest apartat, guiats per una orientació constructivista. L'ensenyament - aprenentatge és un procés complex que depèn de tres

grups bàsics de variables: la persona, la tasca i l'entorn. Aquestes eren les perspectives des de les quals s'analitzava l'ús educatiu de la RV al museu i que estructuraven la informació presentada. El procediment era el mateix que en el cas de la percepció: en primer lloc, recollir les informacions rellevants sobre cada qüestió, per després comprovar com s'aplicaven a la RV.

Lògicament, aquesta metodologia –més reflexiva que pròpiament analítica– només proporcionava conclusions teòriques, per la qual cosa es feia necessari recolzar la teoria amb dades empíriques. Per dur a terme tal objectiu, vaig realitzar un repàs bibliogràfic sistemàtic de revistes i altres publicacions relacionades amb l'educació, la Psicologia, la Pedagogia i els museus, per tal de trobar-hi estudis que avaluessin qüestions o aspectes concrets evidenciats durant l'anàlisi teòrica prèvia i proporcionessin una validació més o menys ajustada de les anteriors afirmacions. I dic “menys o menys ajustada” perquè sovint no analitzaven exactament el mateix tipus de contingut o aplicació. Llavors, perquè no vaig realitzar un estudi propi? En primer lloc, perquè abans de tractar aspectes molt concrets calia establir una base general sobre la qual recolzar les anàlisis específiques posteriors. I, en segon lloc, perquè, un cop realitzada la tasca anterior, l'avaluació sistemàtica d'una o més variables exigia un esforç que s'escapava de l'abast i l'objectiu del present treball. Per tant, era molt més convenient reservar-ho per a futures recerques, que partiran del marc establert per aquest treball. Així doncs, gràcies a la integració d'aquests estudis externs, triats en funció de la seva proximitat amb la qüestió analitzada, el tipus d'aplicació i el context d'ús, podíem establir unes conclusions que servissin com a primer fonament teòric - empíric per a posteriors estudis dissenyats de manera específica.

En el cas de les variables lligades a la persona, s'examinava l'adequació de la RV en funció de les característiques personals, i es van tenir en compte els següents aspectes: estadis evolutius, personalitat, intel·ligència, memòria, estil cognitiu, motivació i estratègies d'aprenentatge. Aquestes categories es van extreure principalment del llibre de Mercè Clariana (Clariana, 1994) sobre l'ensenyament - aprenentatge en els estudiants de secundària –perquè l'objectiu d'aquest llibre era exposar exhaustivament de quina manera les característiques personals en aquesta etapa de l'evolució de les persones influeix en el procés educatiu en el context formal– i es van completar amb altres referències dedicades a aspectes específics, com ara (Bigge i Hunt, 1973; Gardner, 1990; Pozo i Carretero, 1986; Valle, 1992). Per tant, aquestes publicacions proporcionaven la base psicopedagògica necessària per poder analitzar el paper de la RV des de la perspectiva estrictament individual.

A l'apartat sobre estudis empírics es van poder verificar algunes d'aquestes inferències teòriques a través dels resultats d'experiments que havien analitzat la RV, les TIC o bé els EVA des del punt de vista de:

- Els aspectes emocionals i actitudinals (Biosca, Cantarell *et al.*, 2002; Bricken i Byrne, 1993; Chou i Liu, 2005; Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005a; Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b; Johnson, Roussou *et al.*, 1998; Koester, 1993; Lee, Park *et al.*, 2005; Neuman, 1989; Osberg, 1997; Pimentel i Teixeira, 1995; Podgorny, 2004).
- Les habilitats cognitives específiques (A.D., 1992; Bricken i Byrne, 1993; Calvert, 2002; Knipp, 2003; McCarthy, 1989; Pozo, 2002; Trimmel i Bachmann,

2004; Van der Voort i Valkenburg, 1994; Vincent, 2001; Wheeler, Waite *et al.*, 2002; Winn, 1997; Youngblut, 1998).

- El comportament social (A.D., 2002; Calvert, 2002; Cooper, 1997; Giró, 2003; Kidd, 1958; Mantovani, 1995; Muscott i Gifford, 1994; North, North *et al.*, 1996; 1997; 1998; Riva, Wiederhold *et al.*, 1998; Schroeder, 1996; 1997; Tarr i Warren, 2002; Turkle, 1995).
- Les característiques demogràfiques (Alessi, 1988; Antonietti, Imperio *et al.*, 2001; Baxter i Preece, 1999; Bricken i Byrne, 1993; Carey i Kacmar, 1997; Chan Lin, 2001; Couture, 2004; de Jong i van der Hulst, 2002; Furness, Winn *et al.*, 1998; Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000; Hatzipanagos, 1997; Hedberg i Alexander, 1994; Jackson i Fagan, 2000; Luckin, Connolly *et al.*, 2003; Mayer i Sims, 1994; Mitchell, Chen *et al.*, 2005; Otero, Rogers *et al.*, 2001; Pimentel i Teixeira, 1995; Shaw i Marlow, 1999; Vance Wilson, 2000; Winn, 1997; Wood, 1999).
- I la personalització (Filippini Fantoni, 2003).

L'apartat dedicat a les variables lligades a la tasca començava amb una introducció sobre què és el pensament formal (Clariana, 1994; Pozo, Asensio *et al.*, 1989; Pozo i Carretero, 1986), perquè constitueix un dels objectius principals de l'aprenentatge de les Ciències segons el Constructivisme i, per tant, al meu entendre, també un dels objectius de l'ensenyament de les Ciències Històriques. L'adquisició del pensament formal posseeix uns components generals comuns a totes les branques del saber, però també uns d'específics, determinats pel nucli conceptual i metodològic de cada disciplina; per aquest motiu l'apartat continuava amb l'exposició de les característiques bàsiques de la Història (Junco, 2002; McGlade, 1999; Pozo, 1999; Pozo, Asensio *et al.*, 1989; Trepal i Alcoberro, 1994) i l'Arqueologia (García Blanco, 1988), ara no pas des del punt de vista epistemològic –com en l'apartat sobre l'adequació de la RV per a la recerca arqueològica– sinó des del pedagògic. I, a partir d'aquesta base teòrica, s'examinaven dos aspectes: en primer lloc, de quina manera la RV pot afavorir l'ensenyament -aprenentatge d'aquestes disciplines; i, en segon lloc, fins a quin punt les diferents aplicacions de la RV –VH, simulació i ús com a model científic– s'ajusten als models pedagògics bàsics d'aquest procés –memorístic, per descobriment i reconstructiu (Asensio, 1993; Bardavio i González Marcén, 2003; Pozo, Asensio *et al.*, 1989).

En aquest cas, els estudis recollits tractaven els següents aspectes:

- La capacitat dels EVA de crear un context per reforçar l'aprenentatge significatiu (Allen, Siegel *et al.*, 1978; Biederman, 1972; Biederman, Glass *et al.*, 1973; Brosnan, 1998; Chou i Liu, 2005; Erstad, 2002; Ham, 1994; Harper, Hedberg *et al.*, 2000b; Hedberg i Alexander, 1994; Hedberg i Harper, 1998; Karasavvidis, Pieters *et al.*, 2003; Lockhart, 1968; Osberg, 1997; Palmer, 1975; Reid, Zhang *et al.*, 2003; Swaak, de Jong *et al.*, 2004; Thorndyke, 1977; Tulving i Olser, 1968).
- L'aptitud de la tecnologia per reforçar (o no) les habilitats cognitives associades a una activitat específica (Antonietti i Cantoia, 2000; Biocca i Levy, 1995a; Bricken i Byrne, 1993; Craig, 1999; Ferrington i Lodge, 1992; Harper, Hedberg

et al., 2000b; Klatzky i Lederman, 2000; Knipp, 2003; Rosenbaum, 2001; Spicer i Stratford, 2001; Tarr i Warren, 2002; Tijus, 1995; Traub, 1994).

- El paper de la RV en funció de l'aspecte formal (Brosnan, 1998; de Jong i van der Hulst, 2002; Osberg, 1997; Reed, 1992; Wood, 1999).
- I dels continguts: espacialitat (Baxter i Preece, 1999; Bricken i Byrne, 1993; Panagiotakopoulos i Ioannidis, 2002; Ronen i Eliahu, 2000; Roussou i Drettakis, 2005; Song i Lee, 2002); simulació (Chan Lin, 2001; Lee, Park *et al.*, 2005; Loftin, Engelberg *et al.*, 1993; Otero, Rogers *et al.*, 2001; Scanlon, Tosunoglu *et al.*, 1998; Trushell, Maitland *et al.*, 2003); representacions múltiples (Ainsworth, 1999; Ainsworth, Wood *et al.*, 1996; Gyselinck, Ehrlich *et al.*, 2000; Harper, Hedberg *et al.*, 2000a; Harper, Hedberg *et al.*, 2000b; Hedberg i Alexander, 1994; Hedberg i Harper, 1998); i conceptes abstractes (Osberg, 1997; Winn, 2002).

El darrer gran conjunt de variables examinat era el de les associades a l'entorn. A l'hora d'aproximar-me a l'aprenentatge que es produeix al museu, vaig distingir, seguint els consells de Miquel Asensio i Elena Pol (Asensio i Pol Méndez, 1996: 128) en el seu article sobre l'avaluació de les exposicions des del punt de vista educatiu, tres nivells: el context aprenentatge, els continguts que s'hi presenten i els processos bàsics que s'hi activen. En el primer cas, presentava les característiques de l'exposició des de diferents punts de vista –la distinció entre l'entorn formal i l'informal (Asensio i Pol Méndez, 2003); els models psicopedagògics subjacents a les diferents concepcions museogràfiques (Pastor, 2004) i, especialment, el constructivisme (Ham, 1994); l'aprenentatge incidental (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995); el model contextual (Falk i Dierking, 2000)– i analitzava l'adequació de la RV des d'aquestes perspectives museogràfiques que, pel fet de cobrir diversos aspectes de l'exposició, es podien considerar complementàries.

El segon nivell d'anàlisi era el dels continguts que s'hi presenten i que, com en el cas de l'entorn formal d'aprenentatge, són de tres tipus –conceptuals, procedimentals i actitudinals– però el seu objectiu i les estratègies emprades per assolir-los no són els mateixos. Per aquest motiu vaig considerar més adequat analitzar aquest aspecte des de la perspectiva dels *Generic Learning Outcomes* (A.D., 1998), que designen els resultats cognitius d'una experiència i estan dividits en cinc categories, les quals corresponen més o menys, als diferents tipus d'intel·ligència determinats per Gardner: coneixement i comprensió; habilitats; actituds i valors; gaudi, inspiració i creativitat, i activitat, comportament i progrés. El tercer i darrer nivell d'anàlisi era el dels processos mentals bàsics que s'activen a l'exposició, i corresponen a l'aprenentatge per associació, exercitació, assimilació i reestructuració (Asensio, 1993; Asensio i Pol Méndez, 1996). En aquest apartat, també s'hi incloïen les formes d'establir contacte amb els continguts a aprendre, definides per G. W. Maxim [(Maxim, 1987: 267-268), citat a (Suina, 1994: 264)]: simbòlica, icònica i activa.

Els estudis empírics considerats en aquest darrer apartat validaven sobretot les qüestions relacionades amb el context (informal) d'aprenentatge:

- La percepció per part del públic de l'ús de les TIC a l'exposició (Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005; Heath i vom Lehn, 2002; Owen, Buhalis *et al.*, 2005).
- L'aprenentatge a través de la interacció social (Bricken i Byrne, 1993; Chiu, 2002; Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b; Facer, Joiner *et al.*, 2004; Galani, 2003; Heath i vom Lehn, 2002; Henri i Pudelko, 2003; Hoppe, Joiner *et al.*, 2003; Hsi, 2003; Jackson i Fagan, 2000; Johnson, Roussou *et al.*, 1998; Lim, 2001; NG, 2002; Raptis, Tselios *et al.*, 2005; Scott, Mandryk *et al.*, 2003; Yu, Chang *et al.*, 2002; Zurita i Nussbaum, 2004).
- La integració dels recursos expositius (Adams i Moussouri, 2002; Alzúa-Sorzábal, Linaza *et al.*, 2005; Heath i vom Lehn, 2002; Jovet, 2003; Owen, 1999; Trimmel i Bachmann, 2004; vom Lehn i Heath, 2003; Youngblut, 1998).
- I, finalment, el paper de la immersivitat (Belaën, 2003; Bitgood, 1990; Byrne, 1996; Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b; Fällman, Backman *et al.*, 1999; Furness, Winn *et al.*, 1998; Mantovani, 2001; Osberg, 1997; Winn, 1993; 2002; Winn i Bricken, 1992; Winn, Hoffman *et al.*, 1999; Winn, Windschitl *et al.*, 2002).

L'interès per avaluar les possibilitats educatives de la RV no és recent, sinó que als EUA fa més de deu anys que hi treballen i, fins i tot, es va realitzar el 1997 una trobada d'especialistes de diverses disciplines –concretament, del disseny gràfic, la Pedagogia i el canvi global– per posar en comú les seves experiències, concepcions i suggeriments i començar a establir les bases teòriques de les aplicacions virtuals educatives. Sense saber-ho, he tornat a formular en aquest projecte moltes de les qüestions plantejades llavors i, fins i tot, he seguit una estructura de raonament molt similar a la que va guiar *workshop*, en què, partint d'una concepció constructivista de l'educació i de la RV, s'esperava poder aïllar els factors característics i establir hipòtesis verificables per tal de comprovar la seva eficàcia cognitiva. És interessant de veure, vuit anys després, havent-se desenvolupat l'àmbit tecnològic i els estudis analítics, a quines preguntes s'ha respost i quins han estat els resultats obtinguts.

1. En quin paradigma educatiu es pot situar la RV?

Tant la RV primerenca com el *VH* segueixen en certa manera les idees de l'associacionisme: la primera perquè concebia la interactivitat des d'un punt de vista estrictament conductista que, en alguns casos, s'ha traslladat a l'exposició –la interactivitat hi consisteix en petjar botons–; el segon perquè es limita a la contemplació passiva d'imatges en un model de comunicació unidireccional. La RV també pot ser comparada amb la màquina d'Skinner, un enginy educatiu que implementa les idees d'aquest autor sobre l'educació: la clau de l'aprenentatge és la retroacció immediata dins un programa específic pautat amb el màxim detall. I això és exactament el que fa la interactivitat computacional: definir un univers de continguts i activitats dins els límits de la programació i permetre una comunicació bidireccional lineal, en què la màquina respon immediatament a cada acció realitzada per l'usuari o usuària.

Però la RV s'adequa especialment als postulats constructivistes perquè permet realitzar, de manera més o menys completa, els tres pilars fonamentals derivats de la integració de totes les seves tendències: la construcció del propi coneixement,

l'aprenentatge exploratiu i la col·laboració (Mantovani, 2001). La clau és, novament, el concepte d'interactivitat, ja que el Constructivisme considera que l'aprenentatge es produeix quan la persona pot construir els seus propis significats a partir de la interacció establerta amb els materials gràcies a la col·laboració de i en l'entorn educatiu immediat. Per les seves característiques estructurals, la RV pot dur a terme sense problemes aquesta interacció amb els materials, però té més dificultats amb la dimensió social perquè les interfícies no estaven pensades per una dimensió social sofisticada, en què diverses persones situades al món real col·laboren a través del Ciberespai. Altres conceptes importants que vinculen la RV i el Constructivisme són la immersió, el reforç, la motivació, la personalització i l'aprenentatge no lineal.

Això no obstant, encara hi ha problemes d'adequació entre la RV i el paradigma perquè, tot i els evidents punts de contacte, ni aquest ni altres paradigmes educatius poden proporcionar una base teòrica completa sobre la qual construir la pràctica ja que estaven pensats per oferir un ampli marc conceptual sobre l'aprenentatge més que no pas per explicar els seus efectes empírics en funció del mitjà de comunicació i, per tant, no proporcionen la guia adequada ni per al disseny ni per a l'avaluació de les aplicacions (Mantovani, 2001: 213). En canvi, segons d'altres autors i autores (Vera, 2004), la relació entre les TIC i el Constructivisme és tan propera que fins i tot alguns han començat a parlar de l'adveniment d'un nou paradigma pedagògic, anomenat "Holiconstructivisme", que presenta l'avantatge d'integrar les característiques dels mitjans de comunicació de masses amb la personalització. En qualsevol dels casos, el problema és que tampoc no comptem amb prou estudis específics com per començar a integrar els seus resultats de manera efectiva en un nou marc teòric propi de la RV educativa o, ni tan sols, per modificar o adaptar adequadament l'existent. Però és possible que l' "Holiconstructivisme" sigui una resposta.

2. Per quines estratègies educatives és adequada la RV? És millor que les estratègies tradicionals? Com les ha modificades?

A causa de la seva interactivitat inherent, la RV ha estat principalment associada amb l'aprenentatge per descobriment, excepte en el cas del VH, que ha adoptat un enfocament més receptiu - memorístic. L'aprenentatge per descobriment propi de la RV consisteix normalment en un o diversos problemes científics a resoldre a través de la formulació d'hipòtesis, la manipulació de variables i, finalment, la contrastació dels resultats. Durant aquest procés, la persona no només adquireix uns continguts sinó que, situada al centre del seu procés d'aprenentatge, construeix el coneixement segons les seves pròpies pautes i modifica progressivament les seves concepcions prèvies. Un altre avantatge és que aquest enfocament "experimental" permet aprendre dels errors sense conseqüències negatives, mentre que en el paradigma anterior l'objectiu era l'obtenció de bones notes i es penalitzaven els resultats negatius, que es consideraven un símptoma de fracàs.

Tanmateix, els diversos estudis realitzats per comprovar l'efectivitat d'aquesta estratègia han demostrat que no presenta els avantatges esperats perquè, tot i que certament s'aprèn a raonar formalment, demana més temps de dedicació que les estratègies tradicionals, les persones no saben què han de fer quan es troben davant de la tasca –però si les ajudes, elimines part dels avantatges específics de l'estratègia– i només se'n beneficien ja sigui quan posseeixen un cert coneixement de la matèria –perquè, a partir d'aquesta base es poden dedicar a tasques cognitives més avançades,

que són les que caracteritzen l'aprenentatge per descobriment– o bé si també participen activament en les activitats explicatives sobre els experiments. És un error pensar que el procés d'aprenentatge es produirà només pel fet de descobrir i explorar perquè quan l'estructura del context d'aprenentatge no és clara, l'aprenentatge es fa molt difícil, especialment, com deia, si no es posseeix un coneixement previ sobre el tema que permeti interpretar i integrar les noves informacions. Per tant, el problema no és de la tecnologia sinó anterior, però ara s'hi afegeixen dos altres elements negatius: la necessitat d'aprendre, juntament amb els continguts i la metodologia, el funcionament de la interfície; i la manca de temps dedicat a cada dispositiu en l'entorn educatiu informal.

Els/les investigadors/es que més han treballat sobre aquest tema consideren que no hi ha cap mena de dubte sobre el fet que els entorns artificials permeten un tipus d'aprenentatge diferent del que es produeix en els considerats “tradicionals” perquè poden operar amb diferents sistemes simbòlics i en diferents nivells d'abstracció, de manera que ofereixen el millor dels dos móns, el natural i el formal (Winn, 2002: 2, 4). Però tampoc no s'ha de pensar que és la solució miraculosa definitiva, només és útil en determinades circumstàncies, en què ofereix grans avantatges. Tot i amb això, pel que fa a la suposada superioritat respecte de l'aprenentatge sense ordinadors, els estudis que intencionalment o indirectament han tractat aquesta qüestió, no han obtingut diferències quantitatives significatives. En canvi, des del punt de vista qualitatiu, s'ha pogut comprovar que la introducció dels ordinadors permet, d'una banda, avançar més ràpidament en el procés de realització d'una tasca perquè automatitza les operacions intermèdies i que, d'una altra banda, facilita la presa de decisions perquè, com que conté totes les informacions necessàries, evidencia més clarament les possibilitats disponibles en cada moment. Per això no podem afirmar que, en comparació, les estratègies tradicionals no permeten un autocontrol o autoregulació de les tasques; simplement, en el cas dels EVA l'ordinador automatitza i/o evidencia més clarament i més exhaustivament les possibilitats disponibles en cada moment, amb la qual cosa proporciona una major sensació de control. Així es demostra que l'aplicació de la tecnologia *per se* no és garantia de guanys educatius, sinó que ha d'estar integrada en un projecte global en què es tinguin clars els objectius, el paper que hi acompliran les TIC, la coordinació amb altres mètodes i la importància crítica de la motivació i els factors socials. L'ús de l'ordinador és aconsellable quan es cerca el desenvolupament de les habilitats relacionades amb l'exploració, l'experimentació, la interpretació, la reflexió, la construcció de significats i la planificació i presa de decisions, però no pas de les habilitats cognitives bàsiques perquè no ajuda a plantejar-se el per què d'un o altre mètode sinó que la persona es centra directament en l'obtenció de resultats.

Així doncs, la diferència no es troba realment en la simple presència o no de tecnologia sinó en el paradigma psicopedagògic subjacent a qualsevol metodologia emprada. Llavors, la següent pregunta és: tant en el cas de l'ensenyament memorístic -receptiu com en el del constructivista, l'ús de les TIC aporta alguna millora? És difícil donar-hi una resposta perquè els estudis no s'han enfocats adequadament per respondre a aquesta qüestió ja que associaven les estratègies constructivistes –descobriment, simulació– amb els ordinadors i l'aprenentatge receptiu amb els mètodes tradicionals –aprenentatge receptiu, llibres– i, per tant, no verificaven si realment era la introducció dels EVA qui aportava els avantatges observats. La demostració d'aquest fet és que l'únic estudi que tenia com a objectiu principal aquesta comprovació no va obtenir diferències significatives entre els grups que havien emprat ordinador i els que havien

seguit els continguts a través d'un llibre. I és molt possible que, novament, ens trobem amb conclusions similars a les esmentades a l'apartat anterior: les dues situacions d'aprenentatge –tradicional / amb ordinador– són relativament poc comparables perquè la presència del paradigma tecnològic ja fa que s'hi activin habilitats diferents.

Conseqüentment, tampoc no podem dir de quina manera ha modificat la RV l'ensenyament “tradicional”, constructivista o memorístic - receptiu. Només es pot avançar que té un gran poder de motivació, molt superior a qualsevol situació d'aprenentatge anterior i que això contribueix a millorar l'aprenentatge. I, sobretot, sembla que allò que sí s'ha modificat sensiblement és el paper del professor/a perquè ha deixat de ser el centre del procés per esdevenir un/a col·laborador/a en l'exploració de l'entorn virtual i aprenentatge del seu funcionament. Deixant de banda les entrevistes personals, l'únic estudi que ha analitzat objectivament aquesta qüestió ha evidenciat que el comportament del/de la professor/a variava en termes d'assenyalament dels errors, de les preguntes factuais i conceptuals plantejades, de la regulació dels estudiants i de l'organització de la tasca.

3. Quins són els atributs específics de les TIC que contribueixen a millorar l'aprenentatge? Què té d'especial en aquest sentit la RV en comparació amb les altres tecnologies?

Les TIC són hereves de tres tecnologies anteriors –les telecomunicacions, els mitjans de comunicació de masses i els ordinadors– i combinen les seves característiques: possibilitat de comunicació a distància, comunicació amb una gran quantitat de persones, però de manera interactiva i personalitzada. Els seus elements essencials són els següents. En primer lloc la virtualitat, que permet contenir i presentar grans quantitats d'informació suplementària sobre el món en temps real. En segon lloc, la multimedialitat, és a dir, que aquestes informacions es presenten sota diferents formats, principalment textual, icònic i auditiu. En tercer lloc, la interactivitat: la obtenció d'informació o la construcció de coneixement es realitza gràcies a l'establiment d'un veritable diàleg amb la màquina. Tot això fa que –en quart i cinquè lloc, respectivament– siguin flexibles, és a dir, que puguin realitzar diferents tipus de tasques en diferents contextos, i personalitzables, que s'adaptin a les habilitats i interessos de l'usuari o usuària. Per tant, en crear un EVA, tenim un entorn d'aprenentatge tal com el plantegen les teories constructivistes: un espai visual concret en el qual les persones entren en contacte amb un conjunt de coneixements representats de formes diverses i vinculats explícitament, i poden interactuar amb ells i reconstruir-los veritablement, perquè la virtualitat permet una solució a mig camí entre el món físic i l'intel·lectual que, en combinar alguns dels avantatges de tots dos, supera l'estatisme del primer i la manca d'entitat o l'abstracció del segon.

La RV es distingeix de la resta de TIC pel fet que consisteix en una simulació icònica i de vegades immersiva de la realitat. Així doncs, ofereix un espai en què les persones poden interactuar amb reconstruccions de la realitat i extreure'n experiències positives des del punt de vista sensorial i emocional. Dels estudis empírics es desprèn que la RV pot acomplir tres funcions principals: perceptiva, cognitiva i metacognitiva. El primer cas només es produeix en algunes circumstàncies específiques: quan l'entorn no és estàtic, sinó que implica moviment o canvis, i es vol evitar la interferència d'altres detalls o emfasitzar aspectes concrets a través de sons, gràfics, moviments, etc. que

ajudin a concentrar-se i a captar amb més precisió els estímuls. Tanmateix, no és apta per a l'aprenentatge sensorial - motor perquè la capacitat de simulació de les seves interfícies és molt limitada –especialment les que no són visuals i auditives– i no permet el contacte corporal global amb la realitat que exigeix el desenvolupament d'aquestes activitats. En el segon cas, ajuda a comprendre fenòmens físics més o menys perceptibles i conceptes abstractes a través de la seva simulació gràfica i la possibilitat de manipular-ne els paràmetres d'escala o temporals. Tal com mostren els estudis de Psicologia cognitiva, l'aprenentatge del món es produeix a través de la interacció amb aquest. En aquest sentit, la RV pot ser molt adequada perquè permet la simulació dels fenòmens i objectes reals i la seva manipulació. El problema és que no és una interactivitat directa, natural, sinó que es produeix a través de la interfície. Per això només s'hauria de fer servir per l'adquisició no pas d'habilitats bàsiques sinó de coneixements més abstractes i en edats avançades. En el tercer cas, evidencia, a través del seu paper com a representació interactiva, les concepcions implícites en el coneixement humà expressat en aquella reconstrucció o contingut en els models mentals de l'alumne/a.

Els conceptes clau que conformen la simulació són la iconicitat –i, per tant, un major o menor grau de realisme–, una interactivitat específica –més o menys abstracta– i la immersivitat. En el cas de la iconicitat, els estudis corresponents han demostrat que el cervell treballa millor amb imatges que amb coneixements més abstractes, sobretot en el cas d'informacions de tipus espacial. S'ha comprovat que la RV millora l'aprenentatge de les persones no expertes en un tema perquè proporciona una imatge mental prèvia que serveix per guiar exploracions posteriors i organitzar la informació (verbal) obtinguda. Per altra banda, la RV pot ajudar a comprendre coneixements abstractes, sempre que admetin una traducció al format visual i dinàmic. El fet que es tracti d'una simulació de la realitat ha portat a pensar que el més desitjable era el realisme màxim, però s'ha comprovat que aquest impedeix de centrar-se en els continguts i no és adequat per a les persones no expertes en un tema –perquè la percepció del realisme depèn del nivell d'experiència i les presentacions simplificades dels objectes i els fenòmens són molt més entenedores–, mentre que les expertes poden prescindir-ne perquè són capaces d'operar amb una major abstracció. Per tant, la conclusió és que només és adequat com a representació fidedigna de la realitat però no aporta cap guany cognitiu real fora d'aquest objectiu, excepte en teràpies psicològiques específiques en què convé simular tan fidedignament com sigui possible la relació amb l'entorn quotidià. En alguns casos, es pot produir una certa frustració per la manca de realisme visual i/o de la interfície, però això no minva la motivació si es pot establir un veritable intercanvi comunicatiu amb altres usuaris i usuàries (remots/es).

El recorregut pels diferents estudis ha demostrat que l'aspecte clau de la RV com a eina d'aprenentatge, tant en el cas de l'entorn formal com de l'informal, és la interactivitat. Alguns estudis han evidenciat que el nivell de comprensió i la capacitat d'emmagatzematge estaven directament relacionades amb el grau d'involucració en la tasca i també amb el dinamisme dels continguts –com més dinamisme, menys necessitat que el text recolzi la imatge. Tanmateix, la interactivitat no és *per se* positiva. En primer lloc, perquè la seva intervenció estimula un tipus molt concret d'habilitats cognitives i, per tant, només l'haurem de fer servir en funció d'uns objectius d'aprenentatge específics. En segon lloc, perquè en alguns casos no només no facilitava la tasca sinó que dificultava l'aprenentatge. Les causes són més complexes del que s'esperava i poden incloure la naturalesa de la representació, els coneixements previs, les habilitats

cognitives i el disseny i ús de l'aplicació. Pel que fa a la immersivitat, els seus efectes no són, en cap cas, els esperats. En primer lloc, la sensació de presència és molt sensible a la transparència de la interfície. Per altra banda, la seva acceptació no és immediata, sinó que depèn de la capacitat de desxifrar els codis de representació del domini de coneixement original. I sembla que no té cap efecte intel·lectual específic: com en el cas del realisme, la immersivitat només és útil des del punt de vista cognitiu quan tractem amb fenòmens tridimensionals i dinàmics que necessiten ser observats (experimentalment) tal i com es produeixen a la realitat. Allò que sí ha quedat ben clar és que la immersió augmenta la motivació –gràcies al seu impacte emocional– i això contribueix a reforçar indirectament l'aprenentatge.

A excepció de la possibilitat de simular fenòmens inaccessibles, agafant cadascuna de les característiques per separat, sempre trobarem que el món real és el millor mestre. En alguns casos la simulació s'ha associat a la substitució de la realitat. Això seria vàlid per una RV amb un nivell total de presència, però això no és possible –ni desitjable– actualment. La RV es situa a mig camí entre aquest aprenentatge multisensorial de la interacció amb la realitat física i l'adquisició de continguts abstractes. Potser no és tan bona com l'experiència real de l'entorn però, en canvi, supera el text o les imatges estàtiques de cara a l'aprenentatge dels sabers humans perquè, gràcies a la seva interactivitat, els apropa a les experiències reals i les imatges dinàmiques concreten les idees abstractes. L'avantatge és, doncs, que reuneix en una mateixa eina totes les possibilitats anteriors: aprenentatge actiu o experiencial, visualització i reificació, simulació i segmentació analítica de contextos difícilment accessibles en el món real, adaptabilitat, col·laboració, estimula un component psicològic essencial per l'aprenentatge –la motivació– i conté de manera inherent les eines per ser avaluada. En conclusió, la simulació no s'ha d'entendre com a immersió en el món real sinó com a construcció d'un entorn d'aprenentatge segons les idees constructivistes: no es tracta d'un contacte directe amb la realitat sinó secundari, és a dir, a través de l'esfera social, personal i cognitiva amb què ens envolten els sistemes culturals i educatius humans.

4. Quines interfícies obtenen millors resultats? És millor la *Desktop VR*, la *RA*, la *RH* o la *RVI*?

La RV pot presentar diferents configuracions de *hardware* i *software*, la qual cosa influeix quantitativament i qualitativament en variables com la immersió, la fidelitat gràfica, la interactivitat, la col·laboració, la tasca o els sentits implicats. Això significa que la seva utilitat serà diferent en funció de l'objectiu, la tasca, l'entorn i, fins i tot, l'estratègia d'ensenyament i la persona:

- **Desktop:** la immersió és subjectiva i la interfície és potser la menys intuïtiva. Però no té problemes d'interactivitat. I, tot i que, la interfície està pensada per un/a sol/a usuari/ària i un parell de sentits –vista i oïda– permet que les persones es situïn al voltant de l'estació per treballar conjuntament.
- **RVI amb HMD:** la immersió és total i la interfície aprofita el fet d'estar situada al cap: això implica que la navegació es farà a través dels seus moviments –la qual cosa pot ser costosa des del punt de vista tecnològic– i que es privilegien totalment la vista i l'oïda. Per altra banda, és una interfície més individual que l'anterior, amb la qual cosa la participació i representació d'altres usuàries i

usuaris s'ha de fer mitjançant avatars i això és costós en termes tecnològics. La immersió en un entorn artificial ajuda a comprendre els processos dinàmics tridimensionals –no pas els estàtics bidimensionals– i això és degut al fet que l'usuari/ària es pot moure dinàmicament i d'aquesta manera inspeccionar els fenòmens. La immersivitat també està directament lligada al nivell de presència i aquest influeix directament sobre l'aprenentatge, bàsicament per dos motius: des del punt de vista cognitiu, perquè s'ha comprovat que l'enciació dels processos –i la multisensorialitat– és tan important o més que la intel·lectualitat pura a l'hora de generar el canvi conceptual; i, en segon lloc, perquè està demostrada inequívocament la relació entre els entorns virtuals immersius i la motivació, la qual juga un paper fonamental com a motor de l'aprenentatge.

- **RVI amb CAVE:** en aquest cas tot el cos es troba immers en el món virtual, la qual cosa és alhora un avantatge i un inconvenient, perquè no es produeix una escissió corporal però és més difícil sentir-se immers/a en la reconstrucció. Per altra banda, permet la presència d'un grup de persones que, d'aquesta manera, poden compartir l'experiència. Tot i amb això, la interacció encara es fa individualment perquè el món virtual és només un i no es pot adaptar als moviments independents de cada persona.
- **RA:** en aquest cas, el món real té la màxima presència i es proporciona informació directament sobre els objectes, però la interfície segueix essent individual, amb la qual cosa, la cooperació segueix estant separada en dues dimensions, el món real i la comunicació remota.
- **RH:** encara està en fase molt experimental però se suposa que ha de portar la solució als problemes d'integració de la tecnologia perquè la interfície són els propis objectes del món real, amb la qual cosa es facilita la interacció, no es perjudica cap dels sentits, ni tampoc el vessant social.

Així doncs, veiem que cada interfície té els seus avantatges i inconvenients i, per tant, serà més o menys adequada en funció dels objectius. Una forma de superar les limitacions d'aquest enfocament tecnològic ha estat introduir el concepte de “presència” que designa un estat psicològic o una percepció subjectiva en què, malgrat que una part de l'experiència està filtrada i/o generada per un enginy tecnològic, la persona no s'adona de la presència d'aquest intermediari i interactua amb l'entorn artificial tan espontàniament com ho faria amb el natural. Tot i que les característiques de la interfície són un factor condicionant de primer ordre, la presència no és una propietat de la tecnologia, sinó dels individus i, per tant, varia gradualment entre usuaris/àries i en una mateixa persona en funció de les circumstàncies (A.A.D.D., 2003).

5. Hi ha uns dominis de coneixement més adequats que uns altres per a l'ús de la RV? És adequada per a les Ciències Històriques?

De manera general, el format de presentació és important perquè els diferents tipus de representació indueixen perspectives i activen estratègies cognitives diferents. Els gràfics i el so són molt adequats per recolzar l'aprenentatge de fenòmens dinàmics, poc intuïtius o abstractes perquè és més fàcil comprendre i emmagatzemar les informacions d'aquesta manera: les representacions diagramàtiques ajuden a identificar patrons i a extreure lleis generals a partir d'aquestes regularitats. També s'ha demostrat que, en

virtut dels principis d'isomorfisme, les imatges són millors que les expressions verbals o numèriques per comprendre les relacions espacials. Per altra banda, els estudis de Psicologia Cognitiva mostren que l'aprenentatge natural es produeix a través de la interacció amb el món.

La RV reuneix aquestes característiques: està formada per imatges (i so) però, a més, també és dinàmica i interactiva i, per tant, permet la simulació i manipulació dels fenòmens i objectes reals. Tanmateix, no és una interactivitat directa, natural, sinó que es produeix a través de la interfície. Per això és millor fer servir la RV per l'adquisició no pas d'habilitats bàsiques sinó de coneixements més abstractes i en edats avançades, en situacions en què es pot obtenir un benefici de la seva iconicitat, exhaustivitat, capacitat de computació i interactivitat. Això correspon a les disciplines cognoscitives creades per la societat occidental i, especialment, a les científiques, que precisament es caracteritzen per la presència de fenòmens dinàmics, de l'espacialitat, d'explicacions contraintuïtives i també manipulen conceptes abstractes.

L'objectiu de la Ciència és explicar el funcionament del món –sistema de sistemes que es transformen espacio - temporalment– però sovint proporciona respostes que contradueixen el “sentit comú” perquè es basen en cadenes causals lligades a fenòmens no observables. El paper de la RV és fer-les evidents a través de metàfores visuals, amb l'afegit que es troba a mig camí entre la interacció directa amb el món i les seves representacions simbòliques: és a dir, que permet manipular els diferents paràmetres que hi intervenen per comprendre el seu rol específic, de manera que es pot dir que veritablement augmenta la realitat. Els estudis experimentals han demostrat que la comprensió de continguts espacials, poc intuïtius o abstractes millorava en presència de la RV però que també calia ser molt prudent amb l'ús de les metàfores perquè poden induir concepcions errònies si no es fan servir adequadament.

La principal virtut de la RV és que permet manipular l'escala espai - temps i això és fonamental per la descripció i comprensió de la causalitat relacionada amb els objectes. Un requisit imprescindible és que el fragment de realitat pugui ser expressat en llenguatge visual dinàmic, per això potser la RV no és bona per comprendre qualsevol abstracció, tal com s'havia afirmat anys enrera. Això també significa que surten afavorits aquells que ja presenten aquesta forma, com ara la Física, el Canvi global, o l'Arqueologia, ja que es poden visualitzar processos invisibles i jugar amb els factors d'espai i temps per tal de comprovar hipòtesis causals. El nucli conceptual que defineix les Ciències Històriques i, més concretament l'Arqueologia, sembla acomplir tots els requisits que demanen la intervenció de la RV per ajudar a la seva comprensió: una base espàcio - temporal essencial, associada als objectes, i un conjunt de conceptes poc intuïtius, com ara la temporalitat o la multicausalitat.

Això no obstant, la tridimensionalitat interactiva que constitueix les simulacions no és *per se* positiva. Sembla que són especialment sensibles al format de representació les persones no expertes en el tema i s'ha pogut comprovar que, contràriament a allò que s'esperava, el 3DI que caracteritza les simulacions no és sempre beneficiós, fins i tot en tasques de tipus espacial. En aquest cas és millor fer servir imatges bidimensionals estàtiques perquè les simulacions no són tan intuïtives com podria semblar: són una reproducció, no pas la pròpia realitat i, per tant, cal fer una traducció entre ambdues que, en el cas de les persones no expertes no és automàtica i això els impedeix de concentrar-se en els continguts. Així doncs, les simulacions s'han de fer servir en estadis avançats

de coneixement i quan veritablement el fenomen explicat ho exigeix, perquè els/les experts/es, com que ja posseeixen un coneixement sobre la qüestió, poden manipular sense problemes representacions més abstractes, com ara les bidimensionals.

I el Multimèdia pateix si fa no fa el mateix problema. Tot i que s'ha afirmat que la multimedialitat ofereix l'oportunitat d'absorbir informació transmesa a través de diversos mitjans en què cada estímul actua com a reforç del mateix missatge i no es redueix la motivació, cal aprendre a establir la relació entre els diferents formats i aquesta connexió no és automàtica. Si l'important són els continguts, la interpretació de la representació, cal eliminar qualsevol problema de transferència i llavors és millor posar-ne una de sola o bé dues però amb una relació molt evident i automatitzar la seva creació; si es vol desenvolupar el pensament formal, llavors cal posar l'èmfasi en el significat, la utilitat, la relació entre les diverses representacions i la seva tria.

6. La RV, permet comprendre millor un tipus de continguts –factuals, conceptes, principis, metodològics, etc.– que uns altres? Ajuda més que altres tècniques o estratègies a construir models mentals, a eliminar concepcions errònies o, fins i tot, a desenvolupar el pensament formal?

Segons els treballs de Mikel Asensio i Juan Ignacio Pozo sobre l'ensenyament -aprenentatge de la Història, els problemes que presenten tant les tradicionals metodologies purament memorístiques com l'aprenentatge per descobriment recomanen seguir una forma mixta, pròpia del paradigma reconstructiu, en què coexisteixen tres tipus de contingut i, conseqüentment, diferents estratègies educatives:

- Declaratiu o factual: ensenyament receptiu / aprenentatge memorístic (passiu).
- Procedimental i explicatiu: ensenyament instrumental / aprenentatge per descobriment (actiu).
- Actitudinal: ensenyament receptiu (passiu) i aprenentatge per descobriment (actiu).

La RV té com a principal avantatge la flexibilitat, la capacitat de combinar diverses estratègies comunicatives (icònica, verbal, dinàmica) i, per tant, hauria de permetre l'aprenentatge de tots tres tipus de contingut. Tanmateix, el fet que posseeixi la interactivitat com a característica fonamental fa que sigui especialment adequada per al coneixement procedimental i explicatiu, i no tant per ensenyar coneixement declaratiu – en aquest cas és millor la narració, el llenguatge verbal–, ni tampoc per l'aprenentatge d'habilitats motores fines perquè l'entorn virtual no és una còpia idèntica del real i la manipulació de la interfície encara requereix habilitats diferents de les que fem en la vida quotidiana i que, per tant, no es poden transferir. Això significa que els entorns artificials no són bons substituïts de l'experiència real sinó que són més útils per l'adquisició de coneixement conceptual i la comprensió de processos. Però, en aquest cas, l'aprenentatge només serà efectiu si l'usuari o usuària posseeix un coneixement previ avançat i domina la interfície perquè els models virtuals no són llocs en què es pot confiar en l'experiència prèvia i la intuïció, tant pel que fa a l'ús de la màquina com pel que fa a l'estratègia d'obtenció de coneixement, especialment, si es tracta d'aprenentatge per descobriment.

El fet que sigui interactiva i evidencii objectes i fenòmens invisibles o inaccessible també la fa molt adequada per l'aprenentatge del raonament formal que, segons el Constructivisme, és un dels objectius del procés educatiu en les disciplines científiques. En primer lloc, tal com han demostrat alguns experiments amb Entorns Virtuals d'Aprenentatge, pot exercir una funció metacognitiva perquè evidencia les concepcions subjacents a la representació i contribueix a revisar les pròpies. En el cas de les Ciències Físiques, el fet de poder simular processos reals o científics i poder manipular les informacions sense reduir-ne la complexitat per fer-los més accessibles –tal com passa amb les assignatures escolars tradicionals– contribueix a reconstruir les idees prèvies sobre el tema i substituir-les per un coneixement més acurat. En segon lloc, l'èxit de la RV prové del fet que permet canviar de punt de vista, verificar hipòtesis i involucrar-se en el procés de construcció del coneixement, en lloc de memoritzar informacions tancades.

L'adquisició del pensament formal presenta uns elements generals, comuns a tots les branques del saber però també uns d'específics, determinats pel nucli conceptual i metodològic de cada disciplina. Pel que fa a les Ciències Històriques, aquest nucli es caracteritza per la importància dels coneixements declaratius, les escales temporals, la causalitat complexa, el fet de ser pluriparadigmàtica i de treballar a partir d'indicis i, en el cas concret de l'Arqueologia, hi hem d'afegir l'ús de la cultura material com a font bàsica de coneixement. Des d'aquest punt de vista, l'avantatge de la RV és que concreta els conceptes abstractes, sempre que admetin una expressió visual i dinàmica. No és que permeti comprendre les abstraccions perquè sí, sinó que les tradueix a elements visuals o físics i llavors afavoreix la seva memorització gràcies al fet que el cervell treballa molt bé amb representacions icòniques. Dins les Ciències Històriques, aquests conceptes difícils són la temporalitat i la causalitat. En el primer cas, la RV opera associant-la o fins i tot assimilant-la a l'espacialitat, que és una entitat menys abstracta; en el segon cas, explicita visualment els elements involucrats i atès que, com hem dit, l'aprenentatge s'optimitza en presència de representacions icòniques, llavors pot incloure també el dinamisme dels processos causals.

Per altra banda, com ja he comentat abans, la RV posa èmfasi en els continguts (informacions icòniques) però sobretot en els elements procedimentals (a través de la interactivitat) perquè explicita els processos de raonament. Gràcies a la capacitat que té la RV de reproduir i simular els processos reals de recerca en Arqueologia – respectivament, el propi ús dels models virtuals i, per exemple, l'excavació d'un jaciment arqueològic– es produeix una veritable transferència de coneixement entre el context acadèmic i el no especialista, de manera que es poden adquirir els continguts i habilitats associats a la pràctica real de la disciplina i, d'aquesta manera, abandonar progressivament la seva concepció descriptiva i adoptar un enfocament més relativista, proper al pensament formal. Aquesta actitud relativista també pot provenir del fet que la virtualitat permet mostrar i verificar diferents opcions de reconstrucció o d'explicació causal. Tanmateix, per aprofitar aquestes capacitats hi ha alguns inconvenients prou importants, com ara el fet que aquest tipus d'activitat demana una inversió de temps força elevada; que hi intervé una interfície poc natural; i que, en el cas de la simulació de l'excavació o la reconstrucció de vasos, no es tracta de la manipulació directa de la realitat. Per tot això és poc adequat en les etapes inicials de desenvolupament cognitiu – seguint les teories de Piaget– i també quan es té poca experiència sobre el tema: crec que la millor etapa per emprar la RV és en l'estadi operacional formal, entre 12 i 15

anys, perquè s'està acabant de desenvolupar el pensament formal i ja s'han adquirit coneixements bàsics sobre la disciplina.

7. **Quin paper juguen les característiques particulars de les persones? Influeix el coneixement previ o les habilitats específiques?**

Comencem pel **sexe**. Les diferències observades semblen més degudes a l'aspecte social que no pas intel·lectual. Contràriament al que s'havia afirmat anteriorment, els estudis actuals no detecten cap diferència veritablement significativa de tipus cognitiu ni actitudinal entre nois i noies en relació amb l'ús dels EVA. Per aquest motiu, si veritablement existeixen diferències, no corresponen a cap realitat que es pugui considerar universal. Només s'han detectat maneres diverses d'enfocar les tasques o bé el fet que a les noies els agrada col·laborar i comunicar-se i per això el fan servir més si permet aquesta activitat o conté assistents basats en cares humanes; en canvi els nois prefereixen un estil de treball més individual i per això sempre ha semblat que es desenvolupen millor dins el paradigma actual.

Des del punt de vista de les **etapes evolutives**, (Clariana, 1994) la RV entesa com a model de descobriment científic sembla especialment adequada per l'adolescència, per diverses raons: la primera, perquè la tecnologia exerceix un gran poder d'atracció sobre aquestes edats i, consegüentment, pot generar una bona predisposició envers l'activitat didàctica proposada; la segona, perquè el fet de manipular la interfície i dirigir el propi procés d'aprenentatge proporciona sensació de control i l'adolescència és una etapa de la vida en què s'està formant definitivament la personalitat adulta i es valora de manera especial el poder exercir aquest dret; per això mateix, també és el moment en què quedarà establert el codi moral definitiu i la RV, gràcies a la seva capacitat de representar icònicament i interactivament el Patrimoni, altres cultures, el passat, etc. els/les pot vincular de manera concreta a experiències i valors universals; i, finalment, perquè en aquest moment s'està desenvolupat plenament el pensament formal i la resolució un problema arqueològic mitjançant material i eines de primera mà pot contribuir-hi sense ser una activitat totalment inabastable. Això no obstant, també pot presentar avantatges de cara a la infància i molt especialment el fet que la RV es més concreta –menys abstracta– que l'explicació verbal i, per tant, adequada per aquestes etapes en què el cervell encara treballa principalment amb imatges. Però segurament les interfícies haurien de ser adaptades per facilitar la seva manipulació en un moment en què encara s'estan desenvolupant les habilitats sensorials – motores. Pel que fa als adults i les adultes, estan molt més predisposats a aprendre però en alguns casos es poden mostrar molt reticents a canviar els seus paradigmes i/o a emprar ordinadors, la qual cosa pot generar un problema de motivació. Tanmateix, tenint en compte que es mostren principalment interessats/ades per les coses que tenen a veure amb la seva pròpia experiència, la RV podria proporcionar un vehicle per entrar en contacte directe amb objectes i espais de la vida quotidiana, tot explorant de manera dinàmica i comparativa el present i el passat.

En relació amb la **personalitat**, (Clariana, 1994) és possible que la RV atragui les persones introvertides perquè proposa una relació individual i reflexiva amb els continguts. Les extravertides hi apreciarien la possibilitat d'explorar un entorn ric en estímuls però també pot ser que es cansin aviat i/o que no aprofitin el potencial cognitiu de l'aplicació i es limitin a petjar botons per veure què passa. Des del punt de vista del

nivell de neuroticisme, la RV presenta l'avantatge que no integra la noció d'error i que proporciona un control pràcticament total sobre el propi procés d'aprenentatge. Però, per altra banda, cal anar amb compte amb l'escala de psicoticisme perquè el fet que es tracti d'una interfície habitualment individual pot contribuir a augmentar l'aspecte antisocial d'aquestes persones. Precisament, en aquest sentit, (Calvert, 2002) cada cop es té més clar que els entorns virtuals influeixen en les conductes socials i en la percepció pròpia i dels altres. En general, es prefereixen els entorns col·laboratius totalment immersius a la RV en tercera persona, però els avatars també s'han convertit en una forma de definir i mostrar la pròpia personalitat. Tornant a l'escala P, tal com ha demostrat la comparació dels resultats d'alguns estudis, els efectes positius o negatius dels entorns virtuals depenen de com es fan servir: el seu abús ha arribat a aïllar socialment algunes persones ja predisposades psicològicament a aquest efecte, però també ha facilitat l'aprenentatge d'habilitats socials en persones amb desordres de comportament o bé ha ajudat a eliminar fòbies.

Pel que fa a la **intel·ligència**, (Clariana, 1994) diferents característiques de la RV semblen adequats per a alguns dels diferents tipus de capacitat: la interactivitat motora per a les cinestètiques; el fet que sigui una representació icònica per a les visuals espacials –els estudis empírics han demostrat que les representacions icòniques interactives eren de gran ajuda per a aquestes persones a l'hora d'aprendre la resta d'habilitats perquè compensaven el sistema tradicional basat en el llenguatge verbal–; la possibilitat de dur a terme un procés de reflexió individual, per a les intrapersonals; i la presència d'una seqüència estructurada de raonament per a les lògico – matemàtiques. Però, en canvi, no sembla que hagi d'afavorir les persones amb una marcada intel·ligència musical i lingüística –perquè el seu disseny està adreçat principalment al sentit de la vista i les associacions semàntiques són més vagues–, així com tampoc a les naturalistes –perquè, per molt que s'intentin crear interfícies totalment transparents i intuïtives, mai no podrà ser una rèplica perfecta del món real– ni a les que desenvolupen una clara preferència per les relacions interpersonals –si la interfície es basa en el paradigma del PC.

Des del punt de vista de l'**estil cognitiu**, (Clariana, 1994) la RV sembla adequada per les persones reflexives pel seu enfocament analític: cal resoldre un problema a través d'un procés intel·lectual. En canvi, és possible que les persones actives apreciïn la seva interactivitat però que manipulin l'aplicació de manera superficial, purament motora. Això podria servir, precisament, en el marc de l'entorn formal, per ajudar a corregir d'una manera motivadora aquesta tendència a la hiperactivitat i la manca de concentració. Les seves característiques essencials també la podrien fer atractiva i, conseqüentment útil per l'aprenentatge, en el cas de les persones que es guien per les dades externes i també per a les pràctiques perquè explicita clarament els objectius a assolir. En el cas de les persones que es guien pels referents interns podria servir per generar un conflicte reestructurador. Per tot això, la RV sembla adequada com a estratègia per l'adquisició del pensament formal, ja que simula el procés de recerca científic. L'únic problema és que en el museu no es disposa de tant de temps com en l'entorn formal per aprendre el funcionament de la interfície, els continguts i la metodologia. Per aquest motiu potser l'ideal seria trobar una fórmula mixta que combinés l'aprenentatge memorístic i el descobriment.

Els estudis empírics han demostrat una relació molt clara entre les TIC i certs estils d'aprenentatge però de tipus negatiu: sembla que hi ha un tipus molt concret de persona,

les sensitives - reflexives o teòriques, que no treballa a gust amb els ordinadors perquè els considera impersonals. Tanmateix, les contradiccions entre els resultats – probablement degudes al fet que s’han triat diferents sistemes de mesura–, i la manca d’elements explicatius no permeten anar més enllà.

La **memòria** (Clariana, 1994; Valle, 1992) treballa amb diferents tipus de codis, entre ells l’icònic, i els estudis demostren que la memòria dels objectes processats a partir d’informació icònica –coherent, relacionada amb entorns reals– és superior a la dels processats a partir de la simbòlica. De manera general sembla que el cervell treballa millor amb imatges que amb representacions abstractes. Això significa que la RV es situa en una posició de primer ordre per la transmissió de coneixement; amb l’avantatge que és doblement semàntica, perquè comunica informació a través dels objectes de l’escena estàtica i de les relacions que s’estableixen entre ells gràcies a la dinàmica i la interactivitat. Per altra banda, el llenguatge icònic també permet l’emmagatzematge d’informació –bàsicament de les formes– sense requerir una gran atenció, tenint en compte que una anàlisi superficial no implica necessàriament un pitjor record, sinó que tot depèn de les condicions de l’enregistrament i del nivell d’elaboració de l’estímul. En aquest sentit, també s’ha esmentat la possibilitat que aquesta facilitat vagi en detriment de la imaginació i la creativitat (Knipp, 2003). L’evidència empírica sembla demostrar que les imatges només fan minvar la imaginació si el seu ús és passiu, com en la televisió, però no pas si es fan servir interactivament, és a dir, per establir una relació dinàmica amb el món representat. La RV també es pot considerar avantatjosa perquè pot simular situacions reals i, d’aquesta manera, pot treure profit del potent element motivador i d’aprenentatge que són els records o l’experiència prèvia. Així doncs, es pot dir que el format essencialment icònic de la RV en fa una eina fonamental per a les fases d’adquisició i recuperació d’informacions però no pas per a la retenció, perquè la quantitat d’informació retinguda és independent del format.

Pel que fa als **aspectes emocionals**, s’ha demostrat que la possibilitat de controlar la pròpia activitat, la personalització, la inexistència de conceptes negatius com ara el fracàs i l’associació amb el joc –tots ells presents a la RV– són factors essencials per a la motivació, la qual és un motor de primer ordre durant les activitats educatives. Precisament, l’únic element comprovat en tots els estudis, tant a través de mesures específiques com a través de les opinions personals, és la capacitat motivadora de la RV i el seu efecte positiu de cara a l’aprenentatge. Però també s’ha fet patent que cal tenir en compte tres coses: la primera, que l’actitud envers la tecnologia és un factor decisiu de cara al seu aprofitament i que la presència de la interfície computacional pot reduir de manera dràstica aquesta actitud positiva perquè hi ha gent que té fòbia als ordinadors o el seu ús no sempre és intuïtiu; la segona, que l’associació amb els (vídeo) jocs pot comportar una percepció frívola i un ús superficial i molt breu de l’aplicació perquè les expectatives (errònies) no s’han vist satisfetes; i, la tercera, que un excés de motivació genera una exploració massa compulsiva i atzarosa com perquè es pugui produir cap guany cognitiu.

Finalment, abordem la qüestió dels **coneixements previs**, un factor que, segons es desprèn de tots els estudis que s’hi ha dedicat, té una importància fonamental. Aquí cal distingir entre els coneixements previs sobre el domini –que influeixen directament sobre els continguts i el tipus d’interfície adequades– i l’experiència prèvia amb els ordinadors –que determina l’actitud envers el recurs didàctic, la facilitat per concentrar-se en l’aprenentatge dels continguts i també el sistema de navegació. En relació amb

aquest segon aspecte, l'edat no s'ha revelat com un factor significatiu si no és que té a veure, precisament, amb l'experiència amb els ordinadors: com més gran i menys contacte amb els ordinadors, pitjor és l'actitud perquè costa més automatitzar la manipulació de la interfície; en canvi, com més expertesa acumulada i/o més oberta a noves idees, millor serà la percepció de les noves tecnologies.

En el cas del primer aspecte, i des d'un punt de vista general, es pot dir que les persones que obtenen bons resultats en els estudis també obtenen bons resultats quan fan servir la tecnologia. Però ha quedat prou ben demostrat que no és cert el suposat avantatge de la RV de cara a les persones no expertes en un tema gràcies al seu realisme icònic i dinàmic. Només les expertes –sempre que mostrin una actitud positiva cap a les TIC i els ordinadors– aprofiten veritablement aquesta eina didàctica perquè tenen una visió més aprofundida i global del tema, que els permet triar i manipular diferents formats, realitzar automàticament la transferència entre la realitat i la representació i concentrar-se en l'adquisició de continguts d'ordre superior, com per exemple, els metodològics. En canvi, les persones no expertes treballen millor amb imatges estàtiques i no realistes perquè posseeixen una visió més fragmentària i només poden actuar sobre els aspectes superficials. En aquest sentit, les imatges dinàmiques són més difícils de traduir o associar a d'altres formats de representació que els gràfics, i saturen més ràpidament la memòria visual. Pel que fa al realisme visual, contràriament a allò que podria semblar, la seva percepció depèn del nivell de contacte teòric i pràctic d'un tema; per això només és útil quan es tracta d'apreciar les característiques dinàmiques reals del fenomen, mentre que en la majoria de situacions una representació simplificada, abstracta, és molt més entenedora, especialment de cara a la comprensió de les característiques descriptives i les relacions de causa - efecte. Pel que fa a la naturalització de la interfície, sembla que només és adequada si la forma es correspon amb els continguts.

8. Quina utilitat presenten les TIC i, més concretament la RV, de cara a l'aprenentatge al museu?

Des del punt de vista del context, com que és una forma icònica i poc abstracta d'aproximació als coneixements, amb un elevat component escenogràfic i manipulatiu, és flexible, personalitzable, intuïtiva, etc., s'apropa més a l'entorn informal que al formal, i això genera una actitud més positiva de les persones envers l'aprenentatge. Aquestes característiques, juntament amb el fet de ser motivadora, plantejar un procés de descobriment, oferir resultats immediats en què no té cabuda l'error, recolzar l'autonomia i el control sobre les pròpies accions, i també el creixement personal a través del desenvolupament del pensament formal, són, precisament, alguns dels requisits de l'experiència fluïda i del model contextual proposats per alguns autors a l'hora d'explicar el procés d'aprenentatge a l'exposició. Per tot això també és més adequada per al model constructivista de museu, en què s'afegeix als altres dispositius per ajudar a construir significats (diversos) sobre uns objectes que ja estaven prèviament descontextualitzats. I ho fa principalment mitjançant l'assimilació i la reestructuració, ja que aquests són els processos que posa en marxa la interactivitat, que consisteix en una forma activa d'aproximar-se als continguts d'un domini de coneixement. El fet d'haver de parar atenció a la informació virtual i la seva relació amb els objectes reals, motiva a explorar-los més profundament, tal com ha demostrat, per exemple, el fet de relacionar-los amb coneixements previs.

Les TIC obtenen bons resultats en entorns fortament estructurats, en què la relació amb els materials es produeix més aviat individualment i es dedica tot el temps necessari per aprendre la metodologia i els continguts; però presenten problemes d'integració dins l'exposició perquè aquí el context és essencial i intervé a diferents nivells: la visita no és altra cosa que una re-negociació constant entre les persones i amb els objectes de l'exposició, en què es combinen els recursos disponibles a la sala, els que generen les persones a través del llenguatge corporal i verbal, i l'experiència prèvia. Amb les TIC aquest contacte dinàmic queda interromput. Les TIC tenen problemes en relació amb els altres dispositius, amb la dimensió social de la visita i amb les pròpies característiques d'aquesta –per exemple, el temps que necessita de dedicació. Des del primer punt de vista, les TIC creen un focus d'atenció molt visible o una àrea d'activitat paral·lela i un discurs autònom que trenquen la linealitat de la visita i s'interposen entre els objectes i el públic. Naturalment, tot això és negatiu si s'entén que l'exposició ha de consistir en una experiència guiada de manera lineal i receptiva: per exemple, la narració és, certament, el millor vehicle per transmetre un missatge, però la hipertextualitat, més rica i més flexible, permet l'exploració lliure i la construcció de significats propis. En conclusió, el problema principal és que les TIC són un mitjà de comunicació específic dins un altre mitjà molt concret i sòlidament estructurat i només coincideixen en alguns aspectes, si més no, dins els paradigmes respectius actuals.

Des del segon punt de vista, el Ciberespai no té cap problema a l'hora de recolzar les interaccions en el món virtual –excepte, de vegades, a l'hora de comprendre què fa l'altre i coordinar-se– però aquesta tecnologia no estava pensada per un intercanvi entre el món real i el virtual segons les regles del primer. Com que van ser ideades per una funció molt específica, les computadores tenen dificultats per integrar les regles de funcionament (social) de la realitat, i això és més evident com més ens apropem al paradigma del PC. Fins i tot la RA, pensada per mantenir el màxim contacte amb l'entorn, aïlla la persona perquè hi estableix una relació individual a través de la pantalla, que acaba acaparant l'atenció del/de la visitant. Això és especialment crític en el cas d'una experiència que es produeix mitjançant la interacció cognitiva i social amb el context. I aquesta situació negativa no queda compensada per l'estrat informatiu (virtual) afegit, ja que s'ha demostrat que moltes persones tenen problemes a l'hora de comprendre la funció del dispositiu, el codi de comunicació i d'establir clarament la relació entre els objectes reals i els continguts del dispositiu, fins i tot en les situacions més evidents. En conclusió, les TIC presenten problemes d'adequació a l'entorn social del museu perquè estan pensades per a un/a únic/a usuari/ària que interactua individualment amb la màquina, a través d'un diàleg *input - output* lineal i per tant no permeten formes desenvolupades d'interacció, mentre que els estudis demostren que els recursos s'aprofiten molt més quan el contacte amb els continguts es produeix coetàniament i de manera igualitària.

Des del tercer punt de vista, les TIC són més complexes que el discurs transmès per la seva multimedialitat, per la seva hipertextualitat i pel fet que primer cal aprendre a dominar la interfície. Per això demanen un temps superior al que la gent dedica als dispositius tradicionals, que acostuma a ser molt petit perquè volen una experiència educativa però sobretot entretinguda, és a dir, en què puguin aprendre de manera lúdica, sense dedicar gaire esforç, perquè estan acudint al museu en el seu temps de lleure i, precisament, tenen ganes de defugir les característiques de l'activitat laboral o escolar quotidiana. Els bons resultats d'alguns dispositius concrets demostren que els problemes

presentats aquí no són inherents a la tecnologia sinó deguts a la interfície i que un disseny adequat, és a dir, en què es tinguin en compte totes aquestes característiques específiques de l'exposició, pot contribuir a millorar l'experiència museística, sobretot gràcies al gran poder d'atracció i motivació que exerceixen les TIC.

9. Quina metodologia hem de desenvolupar per avaluar les aplicacions tecnològiques educatives?

La pròpia pràctica avaluativa està demostrant que els tests d'avaluació tradicionals no són els més adequats per mesurar l'aprenentatge de les simulacions perquè aquestes incideixen en aspectes qualitativament diferents, metodològics i de contingut visual. No es poden avaluar les estratègies pedagògiques constructivistes i les seves implementacions tecnològiques amb els sistemes quantitius pensats per al paradigma anterior perquè l'aprenentatge a través de l'experiència proporciona una gran comprensió intuïtiva, sense que això comporti necessàriament un cos de coneixement explícit: en molts casos, les persones saben que han après però no saben com expressar-ho. Per altra banda, encara s'empren les velles preguntes de tipus test o de resposta lliure, de manera que els qui han fet servir una eina icònica i tridimensional pateixen un clar desavantatge perquè el coneixement adquirit té una forma diferent –tal com demostra el clar augment de metàfores visuals en les respostes– i llavors han de fer l'esforç de transformar-lo –una operació prou difícil, especialment quan no es posseeix gaire experiència sobre un tema– per poder respondre verbalment.

En el cas dels museus, encara es fan molts qüestionaris dedicats als coneixements adquirits comparant abans i després de la visita o bé, quan l'avaluació s'orienta específicament cap al dispositiu tecnològic, es limiten a preguntar pel nivell de satisfacció i la facilitat d'ús. A aquestes alçades en què la integració de les TIC al museu és pràcticament inevitable, ens convé saber realment com funciona el nou element en aquest context: què aporta específicament, com es relaciona amb els altres dispositius, com modifica el comportament dels visitants a la sala, com influeix el fet que vagin en grup o siguin visitants sols, com el fan servir... és a dir, que ens interessa conèixer, com funcionen les interaccions mútues entre tecnologia, resta d'elements a la sala i visitants o, dit d'una altra manera, l'ús de les TIC des del punt de vista museogràfic i social. I això també exigeix una adaptació de les formes d'avaluació tradicionals: cal passar de les avaluacions summatives i quantitatives mitjançant un qüestionari, a les avaluacions formatives i qualitatives que, a través de l'observació durant la visita, intentin recollir, tipificar i analitzar les activitats dels i les visitants en relació amb els diferents dispositius tecnològics, amb l'objectiu d'establir d'una base de dades que permeti afegir un nou cos teòric, metodològic i empíric a la museografia tradicional.

10. Finalment, com podem generalitzar els resultats o, més aviat –perquè crec que, si alguna conclusió proporcionen els nombrosos estudis recollits en aquest treball és que no es pot generalitzar a partir d'un únic estudi–, com podem començar a establir un corpus de coneixement general i vàlid?

En aquests moments, a més de recollir informació qualitativa i quantitativa tant en avaluacions experimentals –per analitzar aspectes cognitius– com *in situ* –per analitzar aspectes contextuais– i d'intentar establir i comprovar hipòtesis sobre els factors

causals, el més important, el més important és fer-ho de manera que evitem la sospita de contradicció entre resultats, perquè si no mai no es podrà establir aquest marc general fiable. Havent comparat els continguts entre les diferents publicacions recollides, crec que per assolir-ho cal dissenyar avaluacions que especifiquin molt clarament les definicions dels conceptes, el marc teòric de partida, la metodologia i les condicions de l'anàlisi; que es centrin en una única variable i n'identifiquin molt clarament les manifestacions externes per minimitzar qualsevol altra influència; i que integrin en la seva anàlisi altres estudis dedicats al mateix tema per saber de quina manera s'hi relacionen els propis resultats i evitar que cada vegada s'afegeixin noves dades completament desvinculades de la recerca anterior i/o aquesta hagi estat feta debades.

En conclusió, pel que fa a la qüestió fonamental de l'avaluació de l'ús de les TIC al museu, crec que comptem amb alguns exemples que s'haurien de prendre com a exemple o com a punt de partida a partir de la qual començar a estructurar o guiar la recerca posteriors: (Raptis, Tselios *et al.*, 2005) i la seva proposta d'establir la noció de "context" com a marc general; (Heath i vom Lehn, 2002; vom Lehn i Heath, 2003), com a exemple d'anàlisi contextual i els resultats que se'n poden obtenir; (NG, 2002; Podgorny, 2004), com a exemple de la necessitat d'establir una categorització d'indicadors de la variable analitzada en l'avaluació al museu; i, finalment, (Johnson, Roussou *et al.*, 1998; Roussou, 2004b; 2004c), com a exemples d'avaluacions de tipus experimental i com contribueixen a millorar la metodologia avaluativa i a augmentar els coneixements sobre l'aportació cognitiva de la RV.

Continuant amb el resum dels continguts del present treball, acabat el recull d'estudis relacionats amb les variables lligades a la persona, a la tasca i al context, l'apartat dedicat a les dades empíriques també contenia un subapartat sobre les informacions que aporten els videojocs. Les raons per incloure'ls són diverses: la primera, que es pot considerar un tipus específic de RV perquè comparteixen una base psicològica, tecnològica i educativa; la segona, que és una de les principals vies de contacte entre el públic i la RV; la tercera, que estan influïent en les aplicacions arqueològiques a través del que s'ha anomenat "*Low Cost VR*" (Anderson, 2004; Meister i Boss, 2004) o la nova versió poblada proposada per Erik Champion (Champion, 2002; 2003; 2005a); i, finalment, que han estat estudiats per la Psicologia cognitiva (Giró, 2003) –perquè estan transformant els jocs dels infants i, consegüentment, el seu procés d'aprenentatge i maduració–, la qual cosa ens podia proporcionar informacions interessants des del nostre punt de vista. Les dades aportades pels videojocs tenien a veure amb dos aspectes. A nivell epistemològic, amb la concepció subjacent de les disciplines històriques (Cuenca, 2001), que podia ser romàntica; totalment fantàstica, és a dir, sense cap base històrica; o bé positivista, determinista, sexista i imperialista. Tot i que cap d'aquestes opcions és satisfactòria, si més no, la darrera permet comprendre la complexitat de les societats i del seu estudi. I l'avaluació dels videojocs des d'aquesta perspectiva també demostra que el realisme màxim no contribueix a augmentar la motivació, sinó que ho fan principalment la interactivitat i la immersivitat, i totes dues coses es poden assolir actualment en un nivell acceptable. Per tant, si ara predomina el VH no és pas perquè no hi hagi alternativa des del punt de vista tècnic o pedagògic, sinó perquè realment aquesta és l'opció determinada per la pròpia disciplina.

L'altre tipus d'informació es situa al nivell psicològic i té a veure amb el desenvolupament cognitiu i sensorial de les persones (Calvert, 1999; 2002; Giró, 2003).

En tots els mamífers, el joc és fonamental per al desenvolupament cognitiu i social dels individus. Els videojocs s'han introduït darrerament en el repertori lúdic de l'espècie humana i els estudis demostren que els seus efectes poden ser positius o negatius, depenent del tipus de persona i de l'ús que se'n faci. També sembla clar que desenvolupa unes habilitats diferents a les dels jocs tradicionals, com ara la manipulació d'informació visual i la imaginació espacial i que augmenta la capacitat de judici i de decisió, l'autoestima, i la capacitat de realitzar diverses tasques alhora. Tanmateix, aquest èmfasi en les habilitats visuals i motores fines es produeix en un moment en què s'estan desenvolupant les habilitats lingüístiques; també provoca una aproximació superficial a les tasques, pel fet que se'n realitzen diverses alhora; conductes agressives o introversió; cansament de la mà i els ulls; i frustracions a la vida real, ja que aquesta mai no és tan senzilla com els jocs.

L'apartat d'estudis específics sobre TIC i aprenentatge acabava amb una valoració sobre el seu abast i adequació al tema tractat en aquest treball. Calia fer aquesta avaluació perquè la majoria dels estudis no estaven pensats per analitzar la RV al museu, sinó dispositius i aplicacions diversos –simulacions, multimèdia, EVA– situats en contextos diferents –majoritàriament el formal, després el museu i, finalment, el laboratori. La discussió també era necessària perquè alguns dels resultats semblaven contradictoris i calia entendre'n el motiu: la fiabilitat estadística, la possibilitat de generalització, el tipus de tecnologia analitzat, els continguts de l'aplicació, el tipus d'experiment, les variables triades i la seva definició, la concepció de l'aprenentatge, l'entorn, etc. L'entorn formal és on més s'han realitzat estudis sobre les possibilitats educatives de les TIC, però els resultats són difícilment transferibles perquè les condicions contextuais són molt diferents a les del museu. I, sobretot, es fa difícil establir comparacions entre les TIC i les estratègies tradicionals perquè cada cop es fa més evident que en tots dos casos s'activen habilitats diferents.

L'apartat sobre aprenentatge es tancava fent altre cop referència –entre d'altres conclusions sobre l'ús de la RV com a eina d'aprenentatge als museus i el paper de la simulació– a la concepció educativa de Forte (Forte, 2004; en premsa), esmentada en la introducció principal perquè era l'única aportació teòrica presentada des de l'Arqueologia. L'al·lusió consistia més aviat en una revisió duta a terme des de la perspectiva crítica proporcionada pels continguts de tot l'apartat, tant els teòrics com la seva validació pràctica. Els coneixements obtinguts a través d'aquest procés d'investigació bibliogràfica permetin criticar la proposta de l'arqueòleg italià i alhora justificar la meua aproximació metodològica, precisament perquè els problemes atribuïts a la seva concepció són deguts al fet de ser excessivament teòrica i provenir d'un marc totalment aliè a la Psicopedagogia i la Museologia.

L'apartat sobre la transmissió del coneixement arqueològic al museu havia examinat la pragmàtica específica de la RV en aquest context, intentant tenir en compte tots els vessants que el caracteritzen: el marc filosòfic general, el museològic, el museogràfic i l'educatiu. I, de la mateixa manera que al final l'altre apartat sobre pragmàtica, el de la recerca arqueològica, em preguntava de quina manera la introducció de la RV modifica el debat epistemològic intern de la disciplina, la conclusió d'aquest apartat estava constituïda per una reflexió sobre la manera com les TIC estan transformant les formes de comunicació al museu. Aquesta influència es fa visible principalment a través de dos conceptes: el museu virtual i la interactivitat. Mentre que aquest darrer fa referència a la modificació o consolidació d'una tendència educativa preexistent, el primer mostra fins

a quin punt les TIC són transcendents, ja que han comportat l'aparició d'un nou tipus de museu.

Així doncs, la primera part d'aquestes conclusions generals del segon volum estava dedicada al concepte de Museu Virtual, una nova forma de comunicació que ha aparegut com a conseqüència de la introducció de les TIC al museu. En un primer moment s'ocupava de les arrels del MV i després s'endinsava en la definició pròpiament dita del concepte. En relació amb la primera qüestió, segons alguns autors (Deloche, 2001) la idea filosòfica de la virtualitat és anterior a les computadores i inherent al museu, ja que els objectes són extrets del seu context original i disposats per construir diferents discursos. Per d'altres (Welger-Barboza, 2001), la virtualitat és una conseqüència del tipus de suport però, en qualsevol cas, la diferència entre la forma tradicional i la que ofereixen els ordinadors és que aquests permeten actualitzar el discurs en qualsevol moment perquè els seus continguts no estan limitats per la corporeïtat física. Per altra banda, la definició de museu estableix que els objectes i la comunicació són les seves característiques més essencials, per tant, el MV no està transformant radicalment el museu sinó que està desenvolupant la seva definició tot posant un major èmfasi en alguns dels seus aspectes: la virtualitat continua una tendència iniciada per la Nova Museografia en què els objectes abandonen el seu paper preponderant en benefici de les idees, i el disseny no està pensat per obtenir una contemplació respectuosa dels originals sinó per estimular el descobriment i la construcció personal a través d'una experiència interactiva. Finalment, les exposicions sempre han emprat diferents mitjans de comunicació –tot i que tradicionalment han predominat el text i la imatge–, per la qual cosa es poden considerar un espai multimèdia que conté coneixement i a l'interior del qual es mouen les/els visitants. Això mateix és el MV però amb l'única diferència que no ocupa la dimensió física real sinó que està situat dins una dimensió virtual.

Pel que fa a la definició del concepte (Schweibenz, 1998), aquesta presenta els mateixos problemes de definició que la RV perquè inclou diferents aplicacions i encara està construint-se. Totes aquestes casuístiques poden ser integrades si definim el concepte a partir de dos eixos: el primer correspon al paradigma de comunicació, és a dir, a la situació en l'espai virtual - real - augmentat; el segon correspon a la naturalesa de la comunicació, que pot ser més manipulativa –interactiva– o més comunicativa –transmissió de coneixement per via hipertextual i metafòrica. Totes aquestes possibilitats –i molt especialment les primeres– preocupen algunes persones que tenen un museu al seu càrrec perquè creuen que el Ciberespai i la creació i difusió del *VH* amenacen la concepció tradicional del museu i aquest desapareixerà en pocs anys. La reflexió i les evidències empíriques demostren que no només aquesta por no s'està acomplint sinó que, ben al contrari, el MV està ajudant el físic tant en termes quantitius com qualitius (Bertuglia, 1999; Witcomb, 1997). En el primer cas, la possibilitat de preparar la visita amb anterioritat o complementar-la amb els continguts de la pàgina *web* han augmentat el nombre de visitants. En el segon cas, el MV diversifica les vies d'accés, millora la comunicació i atrau més sectors de públic perquè està substituïnt la concepció burgesa civilitzadora del museu per una altra de més lliure i participativa. El resultat d'aquestes transformacions, i que confirma que la renovació museogràfica iniciada al darrer terç del s. XX no ha acabat, és l'aparició del concepte de “museografia virtual” (Sospedra, 2001), homòleg al d' “Arqueologia virtual”, que havíem vist en ocupar-nos de la influència de la RV en el debat epistemològic de la disciplina.

La segona part d'aquestes conclusions generals del segon volum estava dedicada al concepte d'interactivitat. Aquesta era una estratègia comunicativa ja present en les noves tendències educatives i museogràfiques però ara es tractava de veure de quina manera la introducció de les TIC en aquests àmbits està modificant el concepte. Per assolir aquest objectiu, l'apartat es dividia en dues seccions: una primera en què es presentava la seva definició en els tres àmbits implicats, l'educació, l'exposició i les TIC; i una segona de reflexió sobre el paper de la interactivitat computacional als museus d'Arqueologia a partir les conseqüències derivades d'aquestes informacions i dels estudis empírics recollits en comprovar l'efectivitat de la RV per a l'aprenentatge i relacionats de manera més o menys directa amb aquesta qüestió.

El concepte d'interactivitat ja existia en l'àmbit educatiu i hi havia estat introduït pel paradigma constructivista, que considerava que l'aprenentatge consistia en la construcció de significats a partir de la interacció amb els materials i l'entorn educatiu immediat. Com que en el si d'aquest paradigma existien tendències diferents, l'èmfasi del concepte basculava cap aspectes més cognitius, sensorials - motors o socials. En el cas concret de l'ensenyament - aprenentatge de l'Arqueologia, aquesta interactivitat prenia la forma d'una versió més recent de l'aprenentatge per descobriment, en què la recerca es situava com a eix didàctic.

La noció d'interactivitat als museus està estretament lligada a l'anterior perquè un dels principals factors involucrats en la transformació del museu ha estat la transferència d'idees des de l'entorn educatiu formal a l'informal. En el context de la Nova Museografia, la interactivitat esdevé una eina comunicativa essencial de l'exposició i transforma sensiblement l'experiència museística. Aquí també pot adoptar formes diferents però l'exemple més evident de la manera particular com el museu ha adaptat la interactivitat són les "*hands-on experiences*" (Adams i Moussouri, 2002; Appleton, 2002; Ascott, 2002), que contribueixen a la creació d'una experiència significativa i intrínsecament motivadora gràcies al fet que els/les visitants empen tots els seus sentits per interactuar amb els recursos –expressar-se, manipular objectes, dur a terme una tasca– en un entorn col·laboratiu. L'Arqueologia és molt adequada per aquestes estratègies perquè la seva metodologia bàsica –explicació del passat a través d'un procés de descoberta guiat per l'anàlisi dels objectes– afavoreix aquest tipus d'aproximació i perquè el fet d'entrar en contacte amb el Patrimoni hi afegeix un element emotiu transcendental.

La interactivitat és inherent a la base computacional de les TIC tant des del punt de vista tècnic com filosòfic : en el primer sentit, es van concebre com a calculadores destinades a manipular representacions numèriques del món en funció de les demandes de l'usuari o usuària; en el segon sentit, el diàleg entre aquest/a i la màquina és la manera com el potencial contingut en ella s'actualitza i produeix nou coneixement. La interactivitat computacional s'ha definit com la funció o *input* requerit per l'usuari mentre respon a l'ordinador i la naturalesa de la resposta del sistema a aquesta acció (Roussou, 2004a). Però les TIC inclouen diferents tipus d'implementació, i per comprendre el seu origen i paper, es poden organitzar en funció de dos eixos: la resposta del sistema, que estableix una gradació des del dinamisme –navegació o visualització– fins a la interactivitat pròpiament dita –possibilitat de modificar el món virtual–, i l'activitat de l'usuari/ària, que reflecteix la naturalesa de la participació i pot ser més cognitiu –com en els Multimèdia, en què la representació del coneixement és més

abstracta– o més sensorial - motor –com en la RV, en què la representació és icònica i simula la interacció real amb el món. En el cas concret de la RV, la interactivitat es pot anomenar realisme quantitatiu –en oposició al qualitatiu, que designa el realisme icònic– i depèn de tres paràmetres: la velocitat de resposta, el rang d'elements que poden ser modificats i la naturalesa de la comunicació (Coiffet, 1995).

S'ha afirmat que entre el component quantitatiu i qualitatiu hi ha una relació de proporció inversa per causa de la capacitat dels processadors però, a la base, no es tracta tant d'una qüestió de limitacions tecnològiques com de concepció teòrica de la disciplina. Això és el que pretenien evidenciar els paràgrafs dedicats, respectivament, a la “*Low Cost VR*” (Anderson, 2004), a la proposta de construir “móns virtuals passats” a través dels videojocs (Champion, 2003) i al “*Non - photorealistic rendering*” (Durand, 2002; Gooch i Gooch, 2001; Green, 1999), que demostren que la RV no s'esgota amb el realisme visual sinó, tot al contrari, que existeixen tècniques no fotorealistes que permeten comunicar més informació i millor, ja sigui deixant més espai per a la interactivitat –és el cas de la “*Low Cost VR*” i els videojocs– o bé aprofitant tècniques de comunicació pictòrica –en el *NPR*. Els estudis demostren que el realisme distreu de la comprensió dels continguts i és limitat en l'abast de les informacions que pot transmetre.

La conclusió extreta a partir de totes aquestes idees era que l'Arqueologia està ben situada per emprar la interactivitat com a estratègia educativa tant a l'aula com al museu i ho ha de fer des d'una perspectiva cognitiva, dedicada a la formació d'un espai propi de construcció de coneixement a través de l'activació de tres tipus de contingut: els conceptes, els mètodes i les actituds. Per altra banda, la interactivitat computacional està transformant l'àmbit de l'educació. Algunes persones parlen, fins i tot, de l'adveniment d'un nou paradigma educatiu, l'Holiconstructivisme, però encara cal comprendre l'aportació específica de les TIC, sobretot perquè en el cas del museu s'han revelat problemes d'integració amb els altres dispositius i amb la dimensió social de la visita. La causa és que, malgrat que comparteixen el terme “interactivitat”, el significat és lleugerament diferent en cada àmbit: més cognitiu, més social o més computacional. Els conflictes sorgeixen perquè, tot i que aconsegueix alguns dels factors necessaris per al procés d'aprenentatge, no aconsegueix precisament els que caracteritzen essencialment el museu. Així doncs, el model comunicatiu de les TIC i de les exposicions actuals no coincideixen i, per tant, cal adaptar-los –especialment les interfícies–, sabent que ara s'han de tenir en compte tres elements: les característiques dels ordinadors, les implicacions del domini de coneixement i les necessitats comunicatives específiques del museu. I amb aquesta conclusió sobre la manera com les TIC estan modificant els models de comunicació al museu es posava fi a la part central d'aquest treball d'investigació, dedicada a la cerca de la utilitat de la RV en el procés de recerca arqueològica mitjançant el potencial teòric - metodològic de la semiòtica.

III.3. Fonaments teòrics de l'ús de la RV en el procés de recerca arqueològica

III.3.1. Fonaments teòrics per a la recerca

El capítol anterior presentava l'estructura i els continguts del treball, amb l'objectiu de justificar-los i alhora de respondre a la pregunta que va iniciar aquest projecte de recerca: quina és la utilitat de la RV en Arqueologia. El present capítol del tercer volum intentarà establir definitivament les bases per aquest ús, a la llum de les informacions obtingudes durant la recerca i resumides anteriorment. És a dir, que exposarà, com a conclusió general per al treball de recerca, quins són, tenint en compte la perspectiva semiòtica emprada i la concepció sobre l'Arqueologia, els museus i la RV exposades en aquest treball, els fonaments teòrics que justifiquen l'ús de la RV en Arqueologia per la recerca i la difusió a través dels museus.

A l'hora d'analitzar els dos primer nivells semiòtics de la RV, resultava que la seva constitució sintàctica i semàntica ens allunyava de la pura ontologia i ens portava reiteradament a la funció epistemològica pel fet que es tracta de reconstruccions i, a més, determinades per la seva base computacional. Efectivament, la RV no és una reproducció exacta del món, sinó una representació d'aquest. Una representació és un objecte ontològicament diferent de la realitat i s'ha creat amb una finalitat diferent, normalment la construcció, expressió i/o transmissió de coneixement. Per les seves característiques, la RV serveix per obtenir i comunicar coneixement i és especialment adequada per les disciplines científiques, sobretot aquelles que treballen amb fenòmens dinàmics i espacials, com per exemple la Física, l'Astronomia, l'Ecologia o l'Arqueologia. Quines són aquestes característiques? La RV és icònica, virtual, dinàmica, computacional i interactiva.

Ikònica significa que representa el món a través d'imatges més o menys properes a la realitat, però amb l'afegit que, gràcies al fet que no posseeixen entitat real, aquestes es poden transformar: són dinàmiques. Des de la perspectiva de la relació amb la realitat, això confereix a la representació la qualitat d'analògica o isomòrfica. L'isomorfisme significa que no només és una representació gràfica, concreta, de la realitat sinó que, a més, es basa en el mínim de convencionalismes –principalment, l'escala mètrica– ja que intenta reproduir la realitat amb el major realisme perceptiu (visual i auditiu) possible. D'aquesta manera, la resolució d'un problema es pot assimilar a la realització d'un experiment físic en una situació real, en oposició a l'obtenció d'una solució aplicant una tècnica algorítmica a una descripció simbòlica (Fischler i Firschein, 1987: 79): mentre que en aquesta segona situació és necessari explicitar exhaustivament el domini, les regles, les premisses, etc., en el primer no cal fer-ho perquè estan continguts en l'estructura de la representació. Cal afegir que, en el cas de la RV aplicada a l'Arqueologia, a més de representar relacions espacials, la virtualitat i el dinamisme permeten introduir-hi la variable temporal, que potser trenca amb l'isomorfisme i ens apropa més a l'analogia, però això permet el seu ús de cara a la comprensió de la causalitat. Per altra banda, els museus també basen la transmissió del seu missatge en l'analogia, a través del que s'ha anomenat “museografia analògica”, que consisteix en l'ús de diferents tipus de substituïts per reproduir o explicar els objectes, fenòmens o fins

i tot dominis de coneixement originals. Per tant, podem dir que l'analogia és el principal punt de contacte entre la RV, els museus i l'Arqueologia.

L'element més essencial és la computacionalitat. El fet que les reconstruccions estiguin realitzades per computadora situa la seva capacitat de calcular com a justificació de l'ús científic de la RV en lloc del purament il·lustratiu. Aquí rau tot el poder d'una computadora i la justificació de l'ús de la RV en Arqueologia i altres ciències: aprofitar la possibilitat de traduir imatges al llenguatge lògic matemàtic per realitzar càlculs que permetin obtenir coneixement sobre els elements representants. El llenguatge natural, estretament lligat a la percepció del món, utilitza diferents recursos basats en la semàntica. Els sistemes lògics i matemàtics també són representacions però, a diferència del llenguatge natural, el seu vocabulari no posseeix un contingut semàntic, sinó que el significat està adscrit mitjançant convencionalismes externs però això permet obtenir coneixement científic a nivells més i més generals. L'avantatge de la RV és que participa de tots dos sistemes: d'una banda, com que representa objectes, està lligada a la nostra forma de percebre el món, que té molt a veure amb les construccions mentals i el llenguatge natural; de l'altra, el funcionament intern de la màquina permet realitzar operacions diverses i, fins i tot, construir altres conjunts de regles que l'apropen al llenguatge formal.

Finalment, la interactivitat correspon a l'establiment d'una interacció entre la màquina i l'usuari en virtut del qual ambdós es modifiquen en resposta a una acció de l'altre. Aquesta característica ja estava contemplada en la creació de les computadores, però en el cas de les reconstruccions virtuals pot ser més abstracta o més analògica, en funció que simuli les respostes del món real o la nostra manipulació del coneixement sobre aquest. I això és un avantatge, tenint en compte que la Ciència només accepta representacions mesurables o observables i, sobretot, repetibles.

Per tot això, la RV es pot entendre com una representació informàtica experimental de tipus visual, és a dir, un model científic basat en la simulació. Un model és un resultat tancat i coherent, autònom, de la simulació que actua com a intermediari perquè el modifiquem –en lloc d'incidir sobre la realitat– amb l'objectiu d'obtenir un cert coneixement. Com funciona? Repetint algunes de les informacions exposades anteriorment, el potencial de la RV com a eina de simulació per generar models tridimensionals interactius de la realitat és troba en la numerització d'una representació icònica de la realitat. La traducció al llenguatge numèric permet la realització de càlculs lògics, és a dir, de l'aplicació de la base matemàtica inherent a les computadores i això garanteix el seu ús com a instrument d'experimentació, en virtut de la relació isomòrfica que la part icònica de la representació manté amb la realitat i també dels comportaments associats als objectes mitjançant la programació. La simulació numèrica és un tipus concret d'experimentació científica, equiparable a l'experimentació tradicional, ja que també es proposa la confirmació d'una teoria, la cerca heurística de fenòmens encara per descobrir o l'establiment de les lleis que regeixen fenòmens coneguts però sense explicació (Roy, 1989: 35).

L'ambició que propugna aquesta tesi és que també sigui així en Arqueologia, és a dir, que s'entengui com a Ciència que explica aquells aspectes del present que poden ser seguits diacrònicament a través de la transformació de les seves conseqüències materials. D'aquesta manera, la RV abandona seva funció exclusivament il·lustrativa i adopta una funció com a model: el seu objectiu és la simulació de fenòmens espacials

que no es poden veure perquè ja han passat però dels quals tenim les conseqüències materials i podem hipotetitzar sobre quins processos de producció, ús o abandonament han portat a aquell estat. Perquè aquest ús sigui possible, què tenen en comú la disciplina i la tecnologia? Doncs el fet que treballen amb les mateixes unitats bàsiques, les entitats espacials - temporals, i perquè la pot RV realitza amb elles un tipus d'operacions –verificació d'hipòtesis– que coincideix amb les aspiracions epistemològiques de la disciplina. La prova és que, malgrat les diferències entre les diferents tendències en el si de la disciplina, totes coincideixen en l'ús de la RV com a forma de representar l'espacialitat; el que varia és com conceptualitzen aquesta espacialitat –en el fons, quin és l'objecte d'estudi, el monument, el jaciment o l'entorn– i la funció de la RV perquè, per a cadascú l'Arqueologia persegueix un objectiu diferent.

Això determina principalment dues formes de RV: el *VH* i el model del jaciment o d'un objecte destinat a una finalitat exploratòria i experimental. El problema del *VH* és que desaprofita les capacitats de la RV –no crec ni que llavors s'hagi d'anomenar així– i no és èticament correcte, perquè ofereix més informacions de les realment es posseeixen i no explicita el grau de fiabilitat, ni les fonts, ni la possibilitat d'altres interpretacions. El seu ús com a model, en canvi, implica l'acceptació de l'existència d'un conjunt de regles associades a la producció de la cultura material per part de les societats humanes i també la possibilitat de predir els resultats materials del comportament humà o inferir-lo a partir d'aquests. Aquesta no és una premissa que provingui només dels processualistes, sinó que és inherent a la metodologia arqueològica. El que canvia d'una escola a l'altra és la seva universalitat i justificació –el medi, les invasions, les causes psicològiques...–, i la RV no planteja aquest debat perquè és anterior a ella: cal haver-lo resolt abans de construir el sistema de regles subjacents i fer funcionar el model. Jo crec –com ja he exposat al capítol sobre les concepcions bàsiques de l'Arqueologia que regeixen el present treball– que en certa manera això és cert, però no es tracta de lleis universals, extrapolables a totes les societats, sinó que depenen de cada grup humà. Cada societat posseeix unes característiques econòmiques, socials, polítiques, culturals i psicològiques –les grans oblidades del positivisme– que determinen la seva producció i relació amb l'espai i la materialitat.

L'ús experimental en altres disciplines es basa en la possibilitat de controlar les variables i reproduir sistemàticament els experiments per tal de realitzar una generalització inductiva. En el cas de l'Arqueologia, la RV permet una aplicació similar, tot i que cal posar l'èmfasi en alguns matisos molt importants, sobretot pel que fa a la qüestió de l'extrapolació. La RV en Arqueologia serveix per comprovar si unes determinades accions socials (o postdeposicionals) produeixen un determinat registre arqueològic. Aquesta és una possibilitat que ja existia a través de l'Arqueologia experimental, però la virtualitat computacional hi aporta els avantatges de la flexibilitat, la possibilitat de reproduir l'experiment tantes vegades com es vulgui, i la no dependència del temps –els processos es poden accelerar a conveniència–, amb la consegüent reducció de costos. El que sí és clar és que la RV no genera lleis universals ni tracta amb explicacions socials en sentit abstracte –això correspon a la teoria sistèmica i a la IA²⁵²–, sinó amb explicacions directament relacionades amb el registre arqueològic

²⁵² L'anàlisi computacional del comportament dels agents socials correspon a l'àmbit de la Intel·ligència Artificial, perquè aquells no posseeixen entitat espacial sinó simbòlica (a no ser que es tingui en compte la seva interacció a través de l'espacialitat que, en el fons, és l'objectiu de l'Arqueologia). La

i, per tant, amb els primers nivells inferencials o, fins i tot, amb la construcció de la teoria de rang mitjà però en un sentit més restringit que l'aplicat per la *New Archaeology*.

En aquest sentit, es planteja una reflexió vàlida únicament per al primer nivell teòric perquè pretenen oferir solucions no pas globals sinó que permetin establir una base a partir de la qual anar pujant amunt en la cadena inferencial. A diferència d'autors i autores de concepció més postmoderna, no estic segura que hi hagi una cesura entre la descripció del registre i les inferències interpretatives construïdes a partir d'ell, sinó que cal explorar les noves possibilitats obertes per la RV per esbrinar si finalment és possible aquest encadenament des de les dades fins a l'explicació. Algunes crítiques adreçades a la RV en aquest sentit provenen d'un error de coneixement sobre les limitacions reals de la RV; però, en qualsevol cas, suposant que no acceptéssim aquesta premissa arqueològica, sempre es podria aplicar als fenòmens postdeposicionals, perquè aquests sí que són universals. La RV no és altra cosa que una base de dades sobre elements espacials - temporals, associada a un motor de funcionament –de regles–, que es mostra visualment, en comptes d'expressar els seus resultats de manera abstracta i, per tant, és més intuïtiva en general, sobretot des del punt de vista de les informacions bàsiques amb què treballa l'Arqueologia. L'únic exemple que conec d'aquest ús és el del *VisTA System* (Kadobayashi, 1999; 2000), que simula l'evolució temporal d'un poblat japonès de l'Edat del Bronze (Pujol, 2002a: 88). Però també es podria aplicar a l'anàlisi dels patrons d'assentament en un territori (Ducke, 2003; Uleberg, 2004)²⁵³ o bé a l'ús de la llum en estructures arquitectòniques en relació amb el ritual (Sundstedt, Gutiérrez *et al.*, 2005), o la distribució espacial dels vestigis arqueològics en un sòl d'ocupació (Binford, 1987), o la comprensió de cavitats subterrànies (Stöllner, 2004), o la situació de pintures parietals en coves o barrancs, o els patrons de fractura dels esquelets humans en un megalit en funció de les zones de circulació, o el test d'hipòtesis estructurals (Chalmers i Debattista, 2005) com en el cas de les taules menorquines, etc.

La darrera conseqüència derivada de les característiques de la RV és que també constitueix una eina de comunicació dels coneixements construïts. Maria Roussou, que realitza recerca paral·lela a la meua però dins l'àmbit de les computadores, també opina que les reconstruccions virtuals presenten alhora utilitat per al públic i per a la comunitat científica (Roussou, 2003: 48). Un mateix model, convenientment adaptat, pot ajudar les persones no expertes a comprendre les “ruïnes”, com es fa actualment, però també pot “ajudar” el/la científic/a a validar hipòtesis sobre les causes de les característiques del jaciment. Així doncs, la gran aportació del dinamisme és que pot mostrar els fenòmens en funcionament; i la de la interactivitat, que pot transmetre aquestes conclusions juntament amb les eines metodològiques que han servit per assolir-les.

reconstrucció del funcionament de les societats a través de les seves conseqüències materials –distribució, etc.– sí que forma part de l'abast de la RV.

²⁵³ Els cito com a exemples en què es podria aplicar, tot i que no fan servir RV pròpiament dita.

III.3.2. Fonaments teòrics per a l'ús de la RV als museus d'Arqueologia

Per establir els fonaments teòrics de l'ús de la RV als museus d'Arqueologia tornarem a partir novament de les característiques essencials de la RV –iconicitat, virtualitat, dinamisme, computacionalitat i interactivitat– i examinarem la seva relació per a l'aprenentatge en general, l'aprenentatge de l'Arqueologia i els museus.

La RV és fonamentalment una forma icònica de transmissió d'informació. Precisament, s'ha comprovat que els gràfics són molt adequats per recolzar l'aprenentatge de fenòmens dinàmics, poc intuïtius o abstractes perquè és més fàcil comprendre i emmagatzemar les informacions d'aquesta manera: les representacions diagramàtiques ajuden a identificar patrons i a extreure lleis generals a partir d'aquestes regularitats. També s'ha demostrat que, en virtut dels principis d'isomorfisme, les imatges són millors que les expressions verbals o numèriques per comprendre les relacions espacials. Per altra banda, els estudis de Psicologia Cognitiva mostren que l'aprenentatge natural es produeix a través de la interacció amb el món. La RV reuneix aquestes característiques: està formada per imatges però, a més, també és dinàmica i interactiva i, per tant, permet la simulació i manipulació dels fenòmens i objectes reals.

La imatge és una de les dues formes principals d'adquisició i transmissió del coneixement arqueològic: malgrat que les explicacions escolars sobre la Història acostumen a estar basades en llargues explicacions verbals, quan es tracta d'Arqueologia, augmenta la quantitat de material gràfic, ja sigui sota la forma de fotografies, esquemes, plànols, plantes de jaciments o diagrames, la qual cosa demostra la gran importància de la imatge en Arqueologia.

El canal visual també és la principal via de comunicació a l'exposició. La visita consisteix en la immersió en un entorn escenogràfic significatiu, és a dir, que proporciona informació a través de recursos diversos, que empren el canal de comunicació audiovisual. La RV hi encaixa a la percepció perquè es basa en les imatges i també pot contenir text i so. En relació amb aquesta forma de museografia analògica, els museus posseeixen una llarga tradició d'ús de substituïts, és a dir, de combinació entre els objectes originals i reconstruccions de diferents tipus que ajuden a la seva protecció –substituïts per defecte– i comprensió –substituïts analògics i analítics. La RV continua i supera aquesta tradició de virtualització del sensible –en paraules de Bernard Deloche (Deloche, 2001)– perquè es tracta d'una imatge interactiva i, per tant, pot acomplir una funció analítica, científica, que convé a l'Arqueologia i als museus perquè mostra el caràcter interpretatiu i el veritable rol dels objectes dins la disciplina i pot temperar el poder fixador de les imatges gràcies a la seva capacitat de presentar diferents alternatives.

La segona característica rellevant per a la fonamentació de l'ús de la RV al museu és la virtualitat computacional. La manca d'entitat física i el fet que es tracti d'una màquina amb un elevat poder d'abstracció proporciona una simulació de la realitat que participa de la flexibilitat de les representacions mentals i de la iconicitat de les representacions fixes, i això li permet no estar limitada ni per l'excessiva abstracció de les primeres ni per la corporeïtat de les segones; la qual cosa té conseqüències tant per a l'entorn formal com per a l'informal. En primer lloc, és flexible. Aquesta característica

implica dos avantatges: que pot combinar diverses estratègies comunicatives –icònica, verbal, dinàmica–, capacitat molt convenient per al museu perquè, precisament, és un entorn on es combinen diferents recursos per crear un espai transmissor de significats; i que pot superposar una capa d'informació a l'entorn físic del museu que, per exemple, pot ajudar a planificar la visita i a contextualitzar o obtenir més dades sobre els objectes. Tot això fa que sigui personalitzable, és a dir, que s'adapti als interessos, estils i habilitats de les persones. I aquesta és una característica que no només defineix l'aprenentatge en l'entorn informal: a més de la immersió, el reforç i la motivació, la personalització i l'aprenentatge no lineal són altres conceptes importants que vinculen la RV i el Constructivisme.

La virtualitat també és rellevant en relació amb l'aprenentatge de l'Arqueologia ja que forma part d'aquelles disciplines cognoscitives especialment difícils perquè intenten comprendre fenòmens dinàmics i sovint recorren a la manipulació de conceptes abstractes i explicacions contraintuïtives. El nucli conceptual que defineix les Ciències Històriques i, més concretament l'Arqueologia, sembla acomplir tots els requisits que demanen la intervenció de la RV per ajudar a la seva comprensió: una base espàcio-temporal essencial, associada als objectes, i un conjunt de conceptes poc intuïtius, com ara la temporalitat o la multicausalitat. Des d'aquest punt de vista, la principal virtut de la RV és que, com que no té entitat física, permet visualitzar processos invisibles i jugar amb els factors d'espai i temps per tal de comprovar hipòtesis causals.

Però la característica més important, estretament associada a l'anterior, és la interactivitat perquè, precisament, és un element essencial tant en la RV, com en l'aprenentatge, com en els museus i, per tant, el punt d'intersecció de tots tres àmbits. En el cas de la RV, ja hem vist que prové del seu origen computacional. En el cas de l'aprenentatge, el Constructivisme considera que l'aprenentatge es produeix quan la persona pot construir els seus propis significats a partir de la interacció establerta amb els materials gràcies a la col·laboració de i en l'entorn educatiu immediat. Per tant, la RV s'adequa especialment als postulats constructivistes perquè permet realitzar, de manera més o menys completa, els tres pilars fonamentals derivats de la integració de totes les seves tendències: la construcció del propi coneixement, l'aprenentatge exploratiu i la col·laboració. A causa de la seva interactivitat inherent, la RV ha estat principalment associada amb l'aprenentatge per descobriment. L'aprenentatge per descobriment propi de la RV consisteix normalment en un o diversos problemes científics a resoldre a través de la formulació d'hipòtesis, la manipulació de variables i, finalment, la contrastació dels resultats. Durant aquest procés, la persona no només adquireix uns continguts sinó que, situada al centre del seu procés d'aprenentatge, construeix el coneixement segons les seves pròpies pautes i modifica progressivament les seves concepcions prèvies. Un altre avantatge és que aquest enfocament “experimental” permet aprendre dels errors sense conseqüències negatives, mentre que en el paradigma anterior l'objectiu era l'obtenció de bones notes i es penalitzaven els resultats negatius, que es consideraven un símptoma de fracàs

La interactivitat també és, i amb molt més èmfasi que en el context formal, en què es combinen les estratègies actives i les receptives, el motor principal de la comunicació a l'exposició. L'exemple més evident de la manera particular com el museu ha adaptat la interactivitat són les “*hands-on experiences*”, que contribueixen a la creació d'una experiència significativa i intrínsecament motivadora gràcies al fet que els/les visitants empren tots els seus sentits per interactuar amb els recursos –expressar-se, manipular

objectes, dur a terme una tasca– en un entorn col·laboratiu. L'Arqueologia és molt adequada per aquestes estratègies perquè la seva metodologia bàsica –explicació del passat a través d'un procés de descoberta guiat per l'anàlisi dels objectes– afavoreix aquest tipus d'aproximació i perquè el fet d'entrar en contacte amb el Patrimoni hi afegeix un element emotiu transcendental. En conclusió, com a recurs dins l'exposició, posseeix algunes de les característiques que conformen l'experiència fluïda o el model contextual de l'exposició: és una forma poc abstracta d'aproximació al coneixement, amb un elevat component escenogràfic i manipulatiu, és flexible, personalitzable, intuïtiva, i, com que planteja un procés de descoberta, és motivadora, ofereix resultats immediats sense error, recolza l'autonomia i el control sobre les pròpies accions i el creixement personal a través de la interactivitat i el desenvolupament del pensament formal.

Tot i aquesta coincidència en el concepte, cal anar amb compte perquè posseeix un significat lleugerament en tots tres; és a dir, que no estem parlant d'una superposició total sinó d'una intersecció que pot ser major o menor en funció del domini de coneixement, les concepcions museogràfiques, la seva implementació real i, sobretot, el fet que la tecnologia està subjecta a característiques de la interfície computacional i aquesta és la font dels problemes fonamentals (socials i amb la resta de dispositius) d'integració dins l'exposició.

I encara una altra consideració. Tot aquest treball de recerca s'ha basat en la concepció d'una RV que, com a eina educativa, prenia la forma d'una simulació dels coneixements assolits i les metodologies per assolir-los, amb què el públic podia comprendre el veritable funcionament de les Ciències Històriques i deduir-ne la relativitat de les conclusions i la necessitat d'adoptar una actitud crítica davant les afirmacions o les actituds polítiques i socials que es veuen quotidianament. Tanmateix, cap al final d'aquest treball se m'ha plantejat un dubte: la meua proposta de la RV com a model científic és epistemològicament i èticament correcta, però possiblement no funcionarà en un museu perquè les expectatives del públic són unes altres i perquè l'aprenentatge per descobriment demana un temps de dedicació que el museu no permet. Crec que aquestes paraules evidencien un possible conflicte d'interessos entre els objectius científics i divulgatius de la disciplina i les expectatives del públic o, fins i tot, les condicions museològiques més adients per obtenir aquesta "experiència fluïda" de que parlaven Csikszentmihályi i Hermanson (Csikszentmihályi i Hermanson, 1995). Qui ha de decidir quina és la forma més adient de difusió? Ens hem de cenyir a les regles científiques o hem de posar-nos al servei del públic seguint els consells del marketing comercial? Com en la majoria de casos, cap dels dos extrems és bo però m'inclinaria a pensar que el segon és menys adequat que el primer perquè, com a domini de coneixement amb un vessant social clarament marcat, l'Arqueologia té una funció de cara al públic i l'ha de dur a terme de la millor manera possible. Per aquest motiu ha de rebutjar tant la imatge romàntica que encara arrossega la disciplina, com les percepcions frívoles que associen els museus a un parc temàtic i la RV a un videojoc només perquè així aconseguirem atraure més públic. De totes maneres, encara cal comprovar empíricament si la proposta d'ús educatiu de la RV és adequada o no. Sigui aquest treball, amb les reflexions que conté i les conclusions a què ha arribat, un estímul per seguir cercant nous camins de recerca i difusió de l'Arqueologia.

III.4. Perspectives de futur

L'aproximació transversal a la RV que caracteritza aquest treball de recerca no ha permès aprofundir en els diversos àmbits i, en molts casos, la reflexió s'ha quedat a un nivell general en part també perquè, com ja he dit, havia de realitzar una tasca prèvia d'aprenentatge de la matèria. En aquest sentit, la recerca bibliogràfica m'ha permès d'obtenir un coneixement general dels diferents àmbits per poder jutjar l'estat de la qüestió en cadascun d'ells i decidir en quin és més interessant o més fàcil d'aprofundir en recerques futures, tenint en compte que, malgrat que no ha estat possible accedir-hi, si més no ja he localitzat nombroses referències bibliogràfiques fonamentals que sí caldrà consultar com a base per una recerca més aprofundida.

Concretament, existeixen nombroses **revistes d'Educació o de Psicologia cognitiva** de les quals només he pogut consultar una petita part i que caldria buidar sistemàticament per trobar-hi tots els articles relacionats amb la RV. També caldria donar una ullada molt atenta a la revista i les conferències internacionals "Presence", un àmbit de recerca molt actiu i complex que, com ja he esmentat a l'apartat sobre "Immersió en l'exposició" dels estudis empírics relacionats amb les variables lligades a l'entorn, s'ha dedicat no només al disseny d'interfícies, sinó també a la seva avaluació, amb l'objectiu de millorar-ne la implementació. Des d'aquest punt de vista, el debat (Slater, 1999; Witmer i Singer, 1998) entre Mel Slater –en certa manera fundador de les mesures sobre presència– i Bob G. Witmer i Michael J. Singer, o bé la integració del concepte en l'àmbit de l'aprenentatge (Di Blas, Gobbo *et al.*, 2005b) i el patrimoni cultural (Champion, 2002), són un exemple de la riquesa d'aquesta línia de recerca i la necessitat d'explorar-ne en profunditat les possibilitats perquè ha produït nombroses publicacions rellevants, com ara el qüestionari de mesura de presència; un model per entendre com ajuda la RV a adquirir aprenentatge conceptual (Salzman, Dede *et al.*, 1999); informacions bàsiques sobre cognició, etc. També es pot realitzar aquesta cerca a partir d'**autors concrets**, com ara Alessandro Antonietti, que ha escrit en diverses revistes nombrosos articles avaluant diferents aspectes de l'ús de la RV i les TIC per l'aprenentatge. D'aquesta manera s'obtidria una visió panoràmica de tots aquells aspectes educatius, tecnològics o psicològics en què incideix la tecnologia per tal d'extrapolar-los a la RV i, després d'haver verificat exhaustivament la seva validesa estadística i haver entès a què són degudes les contradiccions amb altres estudis sobre el mateix tema, construir una base empírica - teòrica a partir de la qual realitzar anàlisis específicament dissenyades per un tipus concret d'entorn i de tecnologia.

Però és molt probable que la resposta no es trobi en aquests articles i convingui adoptar un enfocament que superi les contradiccions a què ha portat una aproximació potser massa superficial o general. A mesura que he anat avançant en les lectures i, sobretot, cap al final de procés de recerca, després de nombroses converses amb altres investigadores i investigadors que es dediquen a la RV, he anat convenent-me que, per resoldre les qüestions sobre l'efectivitat educativa de la RV, la pedagogia o la usabilitat són elements explicatius de segon ordre i cal anar **més a la base**, és a dir, a la Neurobiologia o la Psicologia cognitiva²⁵⁴, per tal de discriminar exactament quins són

²⁵⁴ Per exemple, sobre la base psicològica de la imatge a través dels abundants treballs de Paivio sobre aquest tema i, especialment els referits a la funcionalitat de les imatges durant l'aprenentatge (Paivio, 1971); o també el llibre de G. R. Lockhead sobre les funcions de les imatges des de la perspectiva de la manera com vehiculen els significats (Lockhead, 1972); o bé els treballs més recents, dins l'àmbit de la

els factors que, en funció del tipus d'interfície i el context –altres elements fonamentals–, intervenen veritablement en l'ús com a eina d'aprenentatge de la RV i de quina manera ho fan. I aquesta intuïció ha estat recolzada pel fet que altres persones, partint especialitats relacionades amb la RV, estan convergint cap a aquests mateixos àmbits: per exemple, HyungSeok Kim, del MiraLab, a Ginebra, que es dedica a l'enginyeria i el disseny gràfic computacional; o Maurizio Forte, de l'ITABC-CNR, que en la seva darrera intervenció al VSMM05 (3-7 d'octubre de 2005), va començar a introduir dades provinents de la neurobiologia –i ja no purament teòriques– com a base per justificar la utilitat de les simulacions virtuals; o bé William Winn, de la Universitat de Washington, que va iniciar fa més de deu anys les recerques sobre l'efectivitat educativa de la RV des del punt de vista psicopedagògic i en la seva intervenció al darrer congrés internacional sobre RV a Laval (20 i 21 d'abril de 2005) demostrava clarament el seu interès per la psicologia cognitiva com a font de respostes a partir d'experiments dissenyats específicament per a la RV. Sembla que ens allunyem del veritable objectiu anant a analitzar fenòmens que no hi tenen res a veure, però en realitat fem un pas enrera per trobar una veritable drecera. I la demostració podria trobar-se en propostes teòrico - metodològiques com les de Daniel Mellet-D'Huart, de la Universitat du Maine, que a la seva tesi doctoral va presentar un model amb tres pilars (anticipació – decisió – realització), cadascun dels quals obre una via d'exploració i/o aplicacions per l'enginyeria computacional, l'aprenentatge amb aquests sistemes i la seva avaluació posterior.

Deixant de banda la psicologia cognitiva o la neurobiologia, una altra via que també pot proporcionar respostes sense necessitat d'endinsar-se en àmbits de coneixement tan allunyats, és seguir aprofundint en les possibilitats analítiques de la **Semiòtica**, que aquí només han estat apuntades. El marc general sembla que quadra, però falta desenvolupar en profunditat les capacitats analítiques, tal com s'ha fet des del món audiovisual. Tenint en compte que la manera com es fan servir els signes reflecteix diferents postures epistemològiques però, sobretot, que influeix en la comprensió i l'aprenentatge perquè posa en marxa els processos perceptius i cognitius de manera diferent, crec que la Semiòtica pot ser de gran utilitat per l'avaluació de l'efectivitat educativa de les reconstruccions virtuals emprades als museus: la distinció entre els tipus de signes – icona, índex, símbol– creats i/o emprats, i la manera com es manipulen i es relacionen amb els objectes de coneixement reals pot constituir una eina d'anàlisi molt útil per comprendre en profunditat com s'aprèn a través de les reconstruccions virtuals. Per això crec que caldria repassar la gran quantitat de bibliografia sobre TIC –especialment, el multimèdia– i semiòtica que s'està produint en els darrers anys. Per exemple, Bettetini (Bettetini, 1995) per la teoria i altres de més recents. I també estudis específics, com ara el treball d'Osberg (Osberg, 1997) o les conclusions del *workshop* de Loughborough. Com a punt de partida cal tenir presents les següents afirmacions provinents de la Psicologia cognitiva (Furness, Winn *et al.*, 1998: 8-9):

- Diferents sistemes simbòlics activen diferents models mentals a la memòria.
- L'estructura de les representacions augmenta la possibilitat de certes representacions i redueix la possibilitat d'unes altres (en el cas de la RV, com que és predominantment visual, afavorirà l'aprenentatge visual).

percepció, d'Alva Noë, del departament de Filosofia de la Universitat de Califòrnia – Santa Cruz, i Kevin O'Regan, del Laboratori de Psicologia Experimental de la Universitat René Descartes.

- Alguns sistemes simbòlics menys abstractes permeten una construcció més directa del coneixement conceptual i proposicional.
- Les habilitats en relació amb els sistemes simbòlics varia en funció de les persones.

Això ha de servir no només per començar a bastir una metodologia avaluativa general sinó també per proporcionar indicacions sobre el disseny dels móns virtuals, per exemple, quines són les millors metàfores i com fer-les servir en funció de la interfície, els continguts, etc.

Un altre tema molt interessant que aquí només s'ha començat a esbossar perquè el seu aprofundiment demanaria una altra tesi doctoral és el de la **situació de la RV en l'escala d'iconicitat** i, molt especialment, el paper que hi juga el dinamisme i la interactivitat. La classificació de la causalitat i la seva representació és un tema de reflexió filosòfica que val la pena de ser analitzat però implica la lectura de diversos autors i autores que s'han dedicat a la metafísica i aquesta tasca quedava fora de l'abast del present treball.

Per altra banda, hauria estat ideal poder tancar completament la recerca de dues maneres no necessàriament excloents. La primera, demostrar la meua concepció de la RV amb una **aplicació arqueològica**, atès que, en el fons, una i altra estan estretament lligades. No s'ha realitzat en aquest treball perquè el seu objectiu era dur a terme una reflexió d'abast horitzontal i, per tant, no hi havia cabuda per una aplicació pràctica. Havent establert unes bases generals prou àmplies però potser no sempre suficientment exhaustives, la principal tasca a realitzar en el futur podria ser, d'una banda, l'aplicació de totes les conclusions en un projecte museogràfic concret, el desenvolupament del qual anirà exigint que aprofundeixi en un o altre aspecte que aquí ha quedat pendent. La segona manera seria **l'estudi d'un o més casos reals** que permetin comprovar empíricament les diferents qüestions suggerides al nivell teòric en aquest treball. Per exemple, voldria posar èmfasi en els aspectes següents:

- Per començar, una qüestió transcendental que s'ha anat perfilant a mesura que avançava en l'aprofundiment de la recerca bibliogràfica ha estat la definició d'aprenentatge. En aquesta fase del projecte de recerca, una definició relativament àmplia del concepte ja era adequada perquè es tractava de realitzar una primera aproximació global als estudis sobre l'ús de la RV en els entorns d'aprenentatge formals i informals. Tanmateix, de cara a una anàlisi real, el concepte és massa general i per tant poc operatiu: tal com hem vist a l'hora de definir "aprenentatge" i de repassar els avantatges i inconvenients de la RV per a les diferents habilitats cognitives, la noció inclou activitats, materials i fenòmens molt diversos, tant a nivell físic com cognitiu. Per tant, cal concretar molt més l'anàlisi en dos sentits:
 1. El tipus d'aprenentatge: conceptual, metodològic, actitudinal, relacionat amb el funcionament del sistema i els objectius de les aplicacions i, fins i tot, encara es poden obtenir subtipus dins de cada categoria.
 2. Els elements de la RV involucrats: imatges realistes, immersivitat, interactivitat, tipus d'interfície de comunicació, etc.

- La influència de les diferents interfícies és un element clau a tenir en compte tant des del punt de vista del disseny museogràfic –integració en el discurs, afavoriment de la interacció social– com des del punt de vista cognitiu, de l'efecte sobre els diversos tipus de públic.
- I també és especialment interessant, per la seva complexitat, el concepte d'interactivitat: quin és el seu significat cognitiu real i com les TIC modifiquen la noció tradicional. Aquest és un tema que s'ha començat a desenvolupar a les conclusions de l'apartat sobre “La transmissió del coneixement arqueològic al Museu” i que va ser objecte d'una ponència en congrés *Virtual Systems and Multimedia* a Ghent (Pujol, 2005).
- També cal trobar solucions per l'aprenentatge per descobriment perquè, si bé l'aproximació experimental sembla adequada, el fet que els/les estudiants s'enfrontin sols i soles a l'aplicació presenta problemes de cara a l'aprenentatge. Per tant, cal trobar solucions per guiar adequadament el procés de recerca que tinguin en compte tant els aspectes cognitius com els contextuals, ja que la intervenció d'un guia extern elimina la interacció directa amb la màquina i també les virtuts específiques de l'aprenentatge per descobriment.
- Una altra qüestió fonamental és la dimensió social de la visita a l'exposició i com s'hi ajusten els dispositius relacionats amb les TIC perquè hem vist que és en aquest àmbit en què els dispositius “*high-tech*” tenen més problemes –el paradigma del PC comporta problemes en entorns caracteritzats per una comunicació complexa perquè es basa en un sistema lleugerament diferent– i hi ha pocs estudis sobre aquest tema, especialment sobre la manera com les persones interactuen amb els elements del disseny museogràfic i al voltant d'ells (Heath i vom Lehn, 2002: 13). Aquest és el punt de partida per a una futura línia de recerca.
- Tant des del punt de vista estrictament comunicatiu i cognitiu –interacció social, comprensió dels continguts– com des del computacional –interactivitat–, caldrà tenir en compte el paper del/de la guia en l'ús dels dispositius tecnològics al museu –un aspecte no tingut en compte en aquest treball però esmentat a les conclusions de l'apartat sobre aprenentatge– i fins a quin punt contribueixen a treure un millor rendiment al dispositiu tot harmonitzant els (possibles) avantatges del realisme i la interactivitat computacionals amb la dimensió social de la visita.

Naturalment, tots aquests aspectes no es poden tractar en una única avaluació, sinó que cal triar un aspecte concret i dissenyar una aplicació i una metodologia específiques, adequades per a l'objectiu de l'anàlisi, que permetin relacionar efectivament els resultats observables –a través de l'observació, els qüestionaris, les entrevistes, etc.– amb la variable dependent; estar molt segurs/es que la nostra anàlisi està obtenint resultats sobre allò que realment volíem saber, és a dir, per evitar de barrejar diferents factors i minimitzar la incidència d'altres tipus d'aprenentatge; i sobretot poder generalitzar els resultats o, si més no, evitar l'aparença de contradicció amb altres estudis anteriors.

Precisament, en aquest sentit, i tornant a parlar de la metodologia avaluativa, estic d'acord amb l'afirmació de diversos autors que les metodologies quantitatives tradicionals són insuficients (Podgorny, 2004: 4) i que cal adoptar un enfocament mixt, en què les informacions qualitatives, obtingudes a partir d'una observació ben sistematitzada tinguin una major importància. Un instrument que pot servir aquest objectiu és un nou tipus d'eina d'avaluació, com per exemple el "*Metaverse Situational Tracker*" (Mazur i Jaynes, 2002). Anteriorment, ja existien programes, dissenyats i comercialitzats des de l'àmbit de la *HCI* –com ara el "*Morae*", que inclou el *software* i una càmera– per avaluar la usabilitat de les aplicacions i, per altra banda, es feien servir els "*logs*" per seguir els patrons d'ús d'una aplicació (Lee i Heller, 1997). Però estaven basats en el paradigma del PC i, per tant, en especificacions molt més rígides –menys intuïtives i interactives– que les que caracteritzen les TIC (Mazur i Jaynes, 2002). Aquesta nova generació comporta l'avantatge que un sol programa, perfectament integrat en l'entorn virtual, recull i enregistra moltes més dades quantitatives i qualitatives tant del món virtual com del real –patrons de navegació, imatges que veu l'usuari o usuària, posició d'aquest/a en l'espai, etc.– i permet, a més de rotar les escenes tridimensionals captades, realitzar anàlisis comparatives i/o estadístiques tantes vegades com es vulgui (Mazur i Jaynes, 2002).

Però això és pel que fa als aspectes més tècnics. Allò que cal és començar a construir una veritable metodologia d'anàlisi. L'experiència extreta d'estudis ja acompanyats permet avançar que el millor enfocament general és una metodologia mixta, però primer cal desenvolupar més les estratègies qualitatives –observació i anàlisi del comportament dels i les visitants a les sales en relació amb els dispositius– perquè fins ara les avaluacions tradicionals s'han basat en els qüestionaris i aquest tipus d'enfocament més aviat quantitatiu no aporta un cos de coneixement sòlid sobre les formes reals d'interacció social en relació amb l'exposició, que és la base que ens manca. Per altra banda, s'ha comprovat (Johnson, Roussou *et al.*, 1998: 182) que els tests tradicionals tampoc no són gaire adequats per estudiar l'experiència educativa amb un entorn virtual perquè és un sistema dinàmic, visual, interactiu, etc. i, per tant, completament diferent dels mètodes d'ensenyament habituals a l'aula. Per tant, tal com han evidenciat alguns estudis pilot (Heath i vom Lehn, 2002; Roussou, 2004a; 2004b; 2004c; 2005) i avaluacions pròpiament dites (NG, 2002; Podgorny, 2004) cal: en primer lloc, individualitzar molt bé la variable que estem analitzant per evitar que hi hagi interferències d'altres factors en l'explicació; en segon lloc, i dins l'àmbit purament tecnològic, detectar els indicadors comportamentals –i/o neuropsicològics– d'aquesta variable, és a dir, establir d'una tipologia d'activitats o reaccions que permetin relacionar les interaccions persona - ordinador amb l'aprenentatge real; en tercer lloc, a partir d'una primera observació exploratòria, formular hipòtesis sobre els factors que determinen la variable observada; i, finalment, dissenyar i dur a terme experiments per verificar empíricament la seva influència i proporcionar explicacions generalitzables que permetin construir un marc teòric general sobre l'ús educatiu de la RV, que guiï el disseny i les avaluacions de les futures aplicacions.

Havent vist –a través de la bibliografia, les ponències als Congressos recents i la conversa amb diferents investigadors i investigadores– el desenvolupament de la recerca en l'àmbit de les Ciències computacionals, de les avaluacions de la RV dutes a terme des de diferents àmbits de recerca i de les seves aplicacions educatives o divulgatives en Arqueologia, crec que ha arribat el moment de deixar d'anar cadascú per la seva banda, i establir un projecte conjunt que assegui a la mateixa taula l'Arqueologia –pels

continguts–, la Museologia –per l’avaluació i les característiques de l’entorn–, la Psicologia cognitiva humana –pel funcionament del nostre sistema perceptiu i cognitiu– i el disseny computacional –per la implementació i avaluació de les interfícies– per tal de, partint del coneixement adquirit per cada àmbit, establir una base general (teòrica i empírica) sobre la RV i començar a construir un protocol d’avaluació comú que permeti assentar sòlidament l’ús de la RV per la recerca i la divulgació de l’Arqueologia als museus.

III.5. Bibliografia

A.A.D.D. (2003). An explanation of Presence. International Society for Presence Research. WWW: <http://www.ispr.info>. (8-12-2003).

A.D. (1992). Press release. Dimension International. Berkshire.

A.D. (1998). More about the Generic Learning Outcomes. Museums, Libraries and Archives. document pdf: www.inspiringlearningforall.gov.uk. (17/06/04).

A.D. (2002). Virtual Reality aid for schizophrenia. BBC News Online, Health: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/2066973.stm>.

Adams, M. i Moussouri, T. (2002). The interactive experience: linking research and practice. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Addyman, P. V. (1994). Reconstruction as interpretation. The example of the Jorvik Viking Centre, York. The politics of the past. Gathercole, P. i Lowenthal, D. Londres, Routledge: 257-264.

Ainsworth, S. (1999). "The functions of multiple representations." Computers & Education 33: 131-152.

Ainsworth, S., Wood, D., *et al.* (1996). Co-ordinating multiple representations in computer based learning environments. Proceedings of the European conference of artificial intelligence in education. Brna, P., Paiva, A. i Self, J. Lisboa, Edições Colibri: 336-342.

Alessi, S. M. (1988). "Fidelity in the design of instructional simulations." Journal of Computer-Based Instruction 15: 40-47.

Allen, G. L., Siegel, A. W., *et al.* (1978). "The role of perceptual context in structuring spatial knowledge." Journal of Experimental Psychology; Human Learning and Memory 4(6): 617-630.

Allen, P. M. (1982). The genesis of structure in social systems: the paradigm of self-organization. Theory and explanation in Archaeology. The Southampton conference. Renfrew, C., Rowlands, M. i Seafraves, B. A. Nova York, Academic Press: 347-376.

Alonso, M. i Matilla, L. (1997). Imágenes en acción. Análisis y práctica de la expresión audiovisual en la escuela activa. El mochuelo pensativo. Madrid, Ediciones Akal.

Alzúa-Sorzábal, A., Linaza, M. T., *et al.* (2005). Interface evaluation for Cultural Heritage applications: the case of FERRUM exhibition. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 122-128.

Ancona, M., Dodero, G., *et al.* (2002). Exploiting Wireless Networks for Virtual Archaeology: the Past Project. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 195-200.

Anderson, M. (2004). Computer Games and Archaeological Reconstruction: The Low Cost VR. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series 1227: 521-524.

Antonietti, A. i Cantoia, M. (2000). "To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality." Computers & Education 34(3/4): 213-223.

Antonietti, A., Imperio, E., *et al.* (2001). "Virtual reality and hypermedia in learning to use a turning lathe." Journal of Computer Assisted Learning 17: 142-155.

Appleton, J. (2002). Interactivity in context. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Ardener, S. (1993). Ground Rules and Social Maps for Women: An Introduction. Women and Space. Ground Rules and Social Maps. Ardener, S. Oxford, Berg Publishers: 1-31.

Arnheim, R. (1986). El pensamiento visual. Estética, 7. Barcelona, Paidós.

Artin, G. (1998). "El Líban: arqueología de la guerra i de la pau." Cota Zero 14: 105-112.

Ascott, R. (2002). Interactive Art. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Asensio, M. (1993). "Secuenciación del aprendizaje del conocimiento histórico." Aula 10(gener): 15-22.

Asensio, M., Carretero, M., *et al.* (1986). "La comprensión de la Historia. Pensamiento relativista." Cuadernos de Pedagogía 133: 24-27.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1996). Cuando la mente va al museo: un enfoque cognitivo-receptivo de los estudios de público. IX Jornadas estatales DEAC-Museos: La exposición. Jaén, Diputación provincial: 83-133.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2003). "Aprender en el museo." Iber 36(abril 2003): 62-77.

Ashworth, G. J. (1995). Heritage, Tourism and Europe: a European Future for a European Past? Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 69-84.

Bakker, G. (2005). The ontology of 3D digital reconstruction. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 629.

Barceló, J. A. (1995). Arqueología Automática: la utilización de técnicas de Inteligencia Artificial en Arqueología teórica. Bellaterra, UAB.

Barceló, J. A. (1998a). "Arqueologia per a una emergència. Destrucció del passat, destrucció del present a Nicaragua." Cota Zero 14: 113-117.

Barceló, J. A. (1998b). "Verdader o fals? La necessitat de la filosofia en l'Arqueologia." Cota Zero 14: 30-40.

Barceló, J. A. (2000). Visualizing what might be: an introduction to virtual reality techniques in Archaeology. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Barceló, J. A. (2001). "Virtual Reality for Archaeological Explanation. Beyond Picturesque Reconstruction." Archeologia e Calcolatori 12: 221-244.

Barceló, J. A. (2002a). Archaeological thinking: between space and time. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 237-257.

Barceló, J. A. (2002b). Virtual Archaeology and Artificial Intelligence. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 21-28.

Bardavio, T. i González Marcén, P. (2003). Objetos en el tiempo. Las fuentes materiales en la enseñanza de las Ciencias Sociales. Cuadernos de Formación del profesorado. Educación secundaria, 18. Barcelona, Editorial Horsori.

Baxter, J. H. i Preece, P. F. W. (1999). "Interactive multimedia and concrete three-dimensional modelling." Journal of Computer Assisted Learning 15: 323-331.

Beex, W. i Peterson, J. (2004). The Arminghall Henge in space and time: how Virtual Reality contributes to research on its orientation. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 490-493.

Belaën, F. (2003). L'immersion au service des musées de sciences. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

- Belcher, M. (1991). Exhibitions in museums. Leicester, Leicester University Press.
- Beltrán, J., García Alcañiz, E., *et al.* (1987). Psicología de la educación. Madrid, Ediciones de la Universidad Complutense.
- Bender, B., Hamilton, S., *et al.* (1997). "Leskernick: Stone Worlds; Alternative Narratives; Nested Landscapes." Proceedings of the Prehistoric Society 63: 147-178.
- Berlo, D. K. (1960). The process of communication. Londres, Holt, Rinehart & Winston.
- Bertuglia, C. S. (1999). L'introduzioni di elementi di virtualità in campo museale. Il museo tra reale e virtuale. Bertuglia, C. S., Bertuglia, F. i Magnaghi, A. Roma, Editori Riuniti: 147-168.
- Bettetini, G. (1991). La simulazione visiva. Inganno, finzione, poesia, computer graphics. Milan, Bompiani.
- Bettetini, G. (1995). Tecnología y comunicación. Las nuevas tecnologías de la comunicación. Bettetini, G. i Colombo, F. Barcelona, Paidós Ibérica.
- Biederman, I. (1972). "Perceiving real world scenes." Science 177(1043): 77-80.
- Biederman, I., Glass, A. L., *et al.* (1973). "Searching for objects in real world scenes." Journal of Experimental Psychology 97(1): 22-27.
- Bigge, M. L. i Hunt, M. P. (1973). Bases psicológicas de la educación. Mèxic, Editorial Trillas.
- Binford, L. (1987). Researching Ambiguity: Frames of Reference and Site Structure. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 449-513.
- Biocca, F. i Levy, M. R. (1995a). Communication Applications of Virtual Reality. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 127-155.
- Biocca, F. i Levy, M. R. (1995b). Virtual Reality as a communication system. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 15-31.
- Biosca, E., Cantarell, E., *et al.* (2002). "Reconstruyendo el pasado. Enseñar con tecnologías de realidad virtual." Iber 31(gener 2002): 103-111.
- Bitgood, S. (1990). The role of simulated immersion in exhibition. Center for Social Design. Jacksonville. cita.
- Boj, I. (2001). "La didáctica de la prehistoria como instrumento de transformación social." Iber 29: 19-26.

Bradburne, J. M. (2002). Museums and their languages: is interactivity different for fine art as opposed to design? Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Bricken, M. i Byrne, C. M. (1993). Summer Students in Virtual Reality. A Pilot Study on Education Applications of Virtual Reality Technology. Virtual Reality. Applications and Explorations. Wexelblat, A. Boston, Academic Press Professional: 199-217.

Brosnan, M. J. (1998). "The impact of computer anxiety and self-efficacy upon performance." Journal of Computer Assisted Learning 14: 223-234.

Bruce, V., Green, P. R., *et al.* (2003). Visual perception. Physiology, psychology and ecology. New York, Psychology Press.

Byrne, C. M. (1996). Water on tap: the use of Virtual Reality as an educational tool. Tesi doctoral. College of Education, University of Washington. Seattle: <http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne>.

Cabero, J., Ed. (1999). Tecnología educativa. Didáctica y organización escolar. Madrid, Editorial Síntesis.

Cadoz, C. (1995). Las realidades virtuales. Una exposición para comprender, un ensayo para reflexionar. Dominó. Madrid, Debate.

Callebaut, D. (2002). The Experiences of the Ename 974 Project with New Media: Where and How to do Virtual Reality and Interactivity Fit in? Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 179-185.

Calvert, S. L. (1999). Children's journeys through the information age. Boston, McGraw Hill.

Calvert, S. L. (2002). The social impact of Virtual Reality. Georgetown University. Internet: <http://vehand.eugr.ucf.edu/handbook/Chapters/chapter38.pdf>. (15-7-2004).

Cameron, D. (1968). "A viewpoint: the museum as a communications system and implications for museum education." Curator 11: 33-40.

Carey, J. M. i Kacmar, C. J. (1997). "The impact of communication mode and task complexity on small group performance and member satisfaction." Computers in Human Behavior 13(1): 23-49.

Chalmers, A. i Debattista, K. (2005). Investigating the structural validity of virtual reconstructions of prehistoric maltese temples. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 107-112.

Champion, E. (2002). Cultural engagement in Virtual Heritage environments with inbuilt interactive evaluation mechanisms. Proceedings of the Fifth Annual International Workshop. PRESENCE 2002. Porto, Portugal.

Champion, E. (2003). Applying game design theory to Virtual Heritage environments. Graphite. Annual Conference. Melbourne.

Champion, E. (2005a). Interactive Emergent History as a Cultural Turing Test. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Short & Project Papers Proceedings. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 120-125.

Champion, E. (2005b). Place, space and monkey brains: cognitive mapping in games and other media. DIGRA International Conference. Changing worlds: worlds in play. Vancouver, Digita Games Research Association.

Chan Lin, L. (2001). "Formats and prior knowledge on learning in a computer-based lesson." Journal of Computer Assisted Learning 17: 409-419.

Chapman, J. (1998). "La destrucció d'un patrimoni comú: l'arqueologia de guerra a Croàcia, Bòsnia i Hercegovina." Cota Zero 14: 93-99.

Cherry, J. F. i Renfrew, C., Eds. (1986). Peer polity interaction and socio-political change. Cambridge, Cambridge University Press.

Chiu, C. H. (2002). "The effects of collaborative teamwork on secondary science." Journal of Computer Assisted Learning 18: 262-271.

Chou, S. i Liu, C. (2005). "Learning effectiveness in a Web-based virtual learning environment: a learner control perspective." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 65.

Clariana, M. (1994). L'estudiant de secundària: què en sabem? Barcelona, Barcanova.

Cleere, H. (1991). "L'herència arqueològica." L'avenç 145: 70-75.

Coiffet, P. (1995). Mondes Imaginaires. Les arcanes de la réalité virtuelle. Paris, Hermès.

Coll, C., Gómez Alemany, I., *et al.* (1997). Psicologia de la instrucció. Barcelona, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya.

Cooke, K. L. (1979). Mathematical approaches to culture change. Transformations: mathematical approaches to culture change. Renfrew, C. i Cooke, K. L. New York, Academic Press: 45-82.

Cooper, G. (1997). Is virtual reality leading to an epidemic of shyness? The Independent. Londres.

Couchot, E. (1989). La synthèse du temps. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 117-122.

- Couture, M. (2004). "Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory." Journal of Computer Assisted Learning 20(1): 40-49.
- Craig, J. C. (1999). Somesthesia. Annual Review of Psychology. Versió electrònica: <http://www.findarticles.com>.
- Crespo, A. (1999). Organización perceptual y reconocimiento visual del objeto. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 339-378.
- Criado, F. (1996). "El futuro de la Arqueología. La Arqueología del futuro?" Trabajos de Prehistoria 53: 15-35.
- Criado, F. (2001). "Problems, functions and conditions of archaeological knowledge." Journal of Social Archaeology 11(1): 126-146.
- Csikszentmihályi, M. i Hermanson, K. (1995). "Intrinsic Motivation in Museums. What Makes Visitors Want to Learn." Museum News 74(3): 35-62.
- Csikszentmihályi, M. i Robinson, R. E. (1990). The art of seeing: an interpretation of the aesthetic encounter. Malibu, California, The John Paul Getty Museum i The Getty Education Institute for the Arts.
- Cuenca, J. M. (2001). "Los juegos informáticos de simulación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias sociales." Iber 30(octubre 2001): 69-81.
- Davallon, J. (1989). Peut-on parler d'une "langue" de l'exposition scientifique? Faire voir. Faire savoir. La muséologie scientifique au présent. Schiele, B. Québec, Musée de la Civilisation: 47-60.
- Davallon, J. (1992). "Le musée, est-il vraiment un média?" Publics et Musées 2: 99-124.
- David Ritchie, L. (1991). Information. Communication concepts, 2. Londres, Sage.
- de Haan, G., Koutek, M., *et al.* (2004). Towards intuitive exploration tools for data visualization in VR. Delft University of Technology. pdf internet. (23-7-04).
- de Jong, T. i van der Hulst, A. (2002). "The effects of graphical overviews on knowledge acquisition in hypertext." Journal of Computer Assisted Learning 18: 219-231.
- Deloche, B. (2001). Le musée virtuel. Questions actuelles. Paris, Presses Universitaires de France.
- Di Blas, N., Gobbo, E., *et al.* (2005a). 3D Worlds and Cultural Heritage: Realism vs. Virtual Presence. Museums and the Web 2005. Bearman, D. i Trant, J. Vancouver, Canada.

Di Blas, N., Gobbo, E., *et al.* (2005b). 3D Worlds for education: cooperation and virtual presence. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 375-384.

Díaz-Andreu, M. (1998). "Identitats i el dret al passat. Del nou al vell món." Cota Zero 14: 41-52.

Dodd, J. (1994). Whose museum is it anyway? Museum education and the community. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 303-305.

Dodge, M. i Kitchin, R. (2001). Mapping cyberspace. Londres, Routledge.

Domínguez, R. M., Fernández, A., *et al.* (1994). "Empresas de arqueología y arqueología urbana: investigación, negocio, profesión." Arqueología y territorio medieval 1.

Doran, J. E. (1994). Simulating prehistoric societies: why? And how?

Ducke, B. (2003). Archaeological Predictive Modelling in Intelligent Network Structures. The Digital Heritage of Archaeology. CAA2002. Doerr, M. i Sarris, A. Oxford, BAR International Series: 267-273.

Durand, F. (2002). An invitation to discuss computer depiction. Proceedings of the 2nd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 3-5 Juny 2002. Nova York, ACM Press: 111-124.

Echevarría, J. (2000). Un mundo virtual. El círculo cuadrado. Barcelona, Plaza & Janés.

Erstad, O. (2002). "Norwegian students using digital artifacts in project-based learning." Journal of Computer Assisted Learning 18(4): 427-437.

Estany, A. (1990). Modelos de cambio científico. Filosofía. Barcelona, Crítica.

Estany, A. (1993). Introducción a la filosofía de la Ciencia. Filosofía. Barcelona, Crítica.

Estaún, S. (1999). Percepción del tiempo y de la causalidad. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 577-596.

Facer, K., Joiner, R., *et al.* (2004). "Savannah: mobile gaming and learning?" Journal of Computer Assisted Learning 20: 399-409.

Falk, J. H. i Dierking, L. D. (2000). Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning. Oxford, AltaMira Press.

Fällman, D., Backman, A., *et al.* (1999). VR in education: an introduction to multisensory constructivist learning environments. Conference on University Pedagogy, Umea University: http://daniel.fallman.org/resources/papers/Fallman_VRIE.pdf.

Fernández, L. A. (1999). Museología y museografía. Cultura Artística, 16. Barcelona, Ediciones del Serbal.

Fernández Ruiz, J. A. (2002). Fundamentos y metodología de la maquetación digital de la mezquita almohade de Sevilla. Magna Hispalensis (I): Recuperación de la aljama almohade. Jiménez Martín, A. Sevilla, Aula Hernán ruiz. Cabildo Metropolitano. I: 23-32.

Fernández Ruiz, J. A. i González Garrido, M. (2002). La representación gráfica del patrimonio desaparecido: el patio del crucero del alcázar de Sevilla. EGA 2002, La Coruña.

Ferrington, G. i Lodge, K. (1992). "Virtual reality: a new learning environment." The computing teacher 19(7): 16-19.

Filippini Fantoni, S. (2003). Personalization through IT in Museums. Does it really work? The case of the marble museum website. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Fischler, M. A. i Firschein, O. (1987). Intelligence. The Eye, the Brain and the Computer. USA, Addison-Wesley.

Flon, E. (2002). Interpretation of Archaeological Remains through Virtual Reality: Perceptions of the Visitors. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 225-228.

Forte, M. (2002). Archaeology and Territorial "Musealisation": the Virtual-Cognitive Reconstruction of Archaeological Landscapes. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST2000 Euroconference held in Arezzo, November 2000. Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress.

Forte, M. (2003). Mindscape: ecological thinking, cyber-anthropology and virtual archaeological landscapes. The reconstruction of archaeological landscapes through digital technologies. Proceedings of the First Italy - USA Workshop (Boston, Nov 1-3 2001). Forte, M. i Addison, A. C. Oxford, BAR. 1151: 95-108.

Forte, M. (2004). "Realtà virtuale, beni culturali e cibernetica: un approccio ecosistemico."

Forte, M. (en premsa). Communicating the "Virtual". International Conference "New Technologies and Local Development". Proceedings of the Ename Chapter. The Ename Center, Ghent 11-13 September 2002. Ghent.

Furness, T. A., Winn, W., *et al.* (1998). The impact of three dimensional immersive virtual environments on modern Pedagogy. Global change, VR and learning. Report of workshops held in May and June 1997 at the University of Loughborough, England. National Science Foundation. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-97-32>.

Galani, A. (2003). Mixed reality Museum Visits: using new technologies to support co-visiting for local and remote visitors. Museological Review. Leicester, Department of Museum Studies. Special issue 10, spring: 1-17.

Galani, A. i Chalmers, M. (2003). Far away is close at hand: shared mixed reality museum experiences for local and remote museum companions. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

García Blanco, A. (1988). Didáctica del museo. El descubrimiento de los objetos. Proyecto didáctico Quirón. Madrid, Ediciones de la Torre.

García Blanco, A. (1999). La exposición. Un medio de comunicación. Arte y Estética, 55. Madrid, Ediciones Akal.

García-Albea, J. E. (1999). Algunas notas introductorias al estudio de la percepción. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 179-200.

Gardner, H. (1990). Developing the spectrum of human intelligences. Cognition, Curriculum and Literacy. Hedley, C., Houtz, J. i Barratta, A. Norwood, New Jersey, Ablex Publishing Corporation.

Gibson, J. J. (1950). The perception of the visual world. Boston.

Gillings, M. i Goodrick, G. (1996). "Sensuous and Reflexive GIS. Exploring Visualisation and VRML." Internet Archaeology 1(Autumn 1996): http://intarch.ac.uk/journal/issue1/gillings_toc.html.

Ginzburg, C. (1999). Indicios. Raíces de un paradigma de inferencias indiciales. Mitos, emblemas, indicios. Morfología e historia. Barcelona, Editorial Gedisa: 138-175.

Giró, C. (2003). Cómo jugar en la era de la tecnología. La Vanguardia. Barcelona: 54-58.

Gómez Robles, L. i Fernández Ruiz, J. A. (2003). Digital model of the historic centre of Granada. Vision Techniques for Digital and Archaeological Archives. Ancona.

Gooch, A. i Gooch, B. (2001). Interactive Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. Siggraph 99 Course Notes. Gooch, A. i Gooch, B.: Sección 10.

Gozalbes, E. (1995). Arqueología del entorno y enseñanza secundaria. Hespérides. XV Coloquio metodológico-didáctico. Jerez. Separata: 249-260.

Grace, R. (1991). Chaos in Prehistory. UIO. www: [www: www.hf.uio.no/iakn/roger/lithic/CHAOS/chaoscon.html](http://www.hf.uio.no/iakn/roger/lithic/CHAOS/chaoscon.html). (28-2-1997).

Green, S. (1999). Introduction to Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. SIGGRAPH 99 Course 17. Green, S. Los Angeles: 192.

Gyselinck, V., Ehrlich, M. F., *et al.* (2000). "Visuospatial working memory in learning from multimedia systems." Journal of Computer Assisted Learning 16: 166-176.

Hall, M. (1987). On display. A design grammar of museums exhibitions. Londres, Lund Humphries.

Ham, S. H. (1994). Cognitive psychology and interpretation: synthesis and application. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 107-117.

Hamm, L. (1986). Lire des images. Pratique pédagogique, 64. Paris, Armand Colin Éditeur.

Harper, B., Hedberg, J. G., *et al.* (2000a). Employing cognitive tools within interactive multimedia applications. Computers as cognitive tools: the next generation. Lajoie, S. P. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum: capítol 9.

Harper, B., Hedberg, J. G., *et al.* (2000b). "Who benefits from virtuality?" Computers & Education 34(3/4): 163-176.

Hatzipanagos, S. (1997). Fidelity and complexity: multimedia motion in action. Proceedings of CAL97. Exeter: <http://www.media.uwe.uk/masoud/cal-97/papers/hatzip.htm> (3-8-2003).

Heath, C. i vom Lehn, D. (2002). Misconstruing interactivity. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Hedberg, J. G. i Alexander, S. (1994). "Virtual reality in education: defining researchable issues." Educational Media International 31(4): 214-223.

Hedberg, J. G. i Harper, B. (1998). Supporting ill-structured problem solving in interactive multimedia learning environments. Proceedings of ICCE'98. Chan, T. W., Collins, A. i Lin, J. Beijing/Heidelberg, China Higher Education Press / Springer-Verlag. 1: 701-706.

Heim, M. (1993). The metaphysics of virtual reality. New York, Oxford University Press.

Henri, F. i Pudelko, B. (2003). "Understanding and analysing activity and learning in virtual communities." Journal of Computer Assisted Learning 19: 474-487.

Herbert, D. T. (1995). Heritage Places, Leisure and Tourism. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 1-20.

Hernàndez Cardona, F. X. (1998). La didàctica en els espais de presentació del patrimoni. Consideracions epistemològiques. II Seminari d'Arqueologia i Ensenyament. González Marcén, P. Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona. 5: 139-149.

Hernàndez Cardona, F. X. (2003). El patrimonio como recurso en la enseñanza de las Ciencias Sociales. El patrimonio y la didáctica de las Ciencias Sociales. Ballesteros

Arranz, E., Fernández Fernández, C., Molina Ruiz, J. A. i Moreno Benito, P. Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha: 455-466.

Hernández Hernández, F. (1998). El museo como espacio de comunicación. Biblioteconomía y administración cultural, 16. Gijón, Ediciones Trea.

Hodder, I. (1988). Interpretación en Arqueología. Barcelona, Crítica.

Hodder, I. (1999). The archaeological process. An introduction. Oxford, Blackwell Publishers.

Hooper-Greenhill, E. (1994a). Museum education: past, present and future. Towards the Museum of the futures. New european perspectives. Miles, R. S. i Zavala, L. London, Routledge: 133-149.

Hooper-Greenhill, E. (1994b). A new communication model for museums. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 17-26.

Hooper-Greenhill, E. (1998). Los museos y sus visitantes. Biblioteconomía y Administración Cultural, 17. Gijón, Ediciones Trea.

Hoppe, H. U., Joiner, R., *et al.* (2003). "Guest editorial: Wireless and mobile technologies in education." Journal of Computer Assisted Learning 19: 255-259.

Horne, D. (1992). "Reading" museums. Museums 2000. Politics, people, professionals and profit. Boylan, P. J. London, Museums Association in conjunction with Routledge: 63-83.

Hsi, H. (2003). "A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum." Journal of Computer Assisted Learning 19: 308-379.

Jackson, R. L. i Fagan, E. (2000). Collaboration and Learning within Immersive Virtual Reality. Proceedings of the 3rd International Conference on Collaborative Virtual Environments. Nova York, ACM Press: 83-92.

James, S. (1999). Imag(in)ing the Past: The Politics and Practicalities of Reconstructions in the Museum Gallery. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 117-135.

Johnson, A. E., Roussou, M., *et al.* (1998). The NICE Project: learning together in a virtual world. Proceedings VRAIS'98: 176-183.

Jovet, V. (2003). Le multimedia dans l'exposition: la double problématique de l'appropriation et de l'intégration d'un média marginal. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Junco, A. (2002). "El constructivismo en la enseñanza de la historia: un enorme reto." Iber 31(gener 2002): 79-85.

Kadobayashi, R. (1999). VisTa: an interactive visualisation tool for archaeological data. Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Kadobayashi, R. (2000). Immersive walk-through experience of Japanese ancient villages with the vista-walk system. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Kalawsky, R. S. (1993). The Science of Virtual Reality and Virtual Environments. A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments. USA, Addison-Wesley.

Karasavvidis, I., Pieters, J. M., *et al.* (2003). "Exploring the mechanisms through which computers contribute to learning." Journal of Computer Assisted Learning 19: 115-128.

Kent, S. (1987). Understanding the Use of Space: an Ethnoarchaeological Approach. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 1-63.

Kidd, J. S. (1958). "Social influence phenomena in a task-oriented group situation." Journal of Abnormal and Social Psychology 56(1): 13-17.

Klatzky, R. L. i Lederman, S. J. (2000). Touch. Experimental Psychology. Healy, A. F. i Proctor, R. W. Nova York, Wiley. 4: 147-176.

Knez, E. I. i Wright, G. (1970). "The museum as a communication system: an assessment of Cameron's viewpoint." Curator 13(3): 204-212.

Knipp, T. (2003). Design education in the era of technology: considering visual perception. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Koester, S. E. (1993). Interactive Multimedia in American Museums. Archives and Museum Informatics, Technical Report, 16.

Kosslyn, S. M. i Pomerantz, J. R. (1986). Imágenes, proposiciones y la forma de las representaciones internas. Percepción y computación. García-Albea, J. E. Madrid, Ediciones Pirámide: 187-212.

Kristiansen, K. (1996). "Old boundaries and new frontiers: reflections on the identity of Archaeology." Current Swedish Archaeology 4: 103-122.

Lee, H., Park, S.-T., *et al.* (2005). Students' understanding of astronomical concepts enhanced by an immersive Virtual Reality system (IVRS). 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education. Caceres. Recent Research Developments in Learning Technologies.

Lee, S. i Heller, R. (1997). "Use of a keystroke log file to evaluate an interactive computer system in a museum setting." Computers & Education 29(2/3): 89-101.

- Lévy, P. (1995). Qu'est ce que le virtuel? Paris, La Découverte.
- Lillo, J. (1993). Psicología de la percepción. Psicología. Madrid, Debate.
- Lim, C. P. (2001). "Visualisation and animation in a CAL package: anchors or misconceptions?" Journal of Computer Assisted Learning 17: 206-216.
- Lockhart, R. S. (1968). "Stimulus selection and meaningfulness of paired-associate learning with stimulus items of high formal similarity." Journal of Experimental Psychology 78(2): 242-246.
- Lockhead, G. R. (1972). "Processing dimensional stimuli: a note." Psychological Review 79(5): 410-419.
- Loftin, B., Engelberg, M., *et al.* (1993). Applying Virtual Reality in Education: a prototypical virtual physics laboratory. Proceedings of IEEE Symposium on Research Frontiers in Virtual Reality. San José, CA.
- López de Lacalle, S. (2000). Teoría del caos: hacia el conocimiento de la realidad. Instituto de Astrofísica de Canarias. WWW: <http://www.iac.es/gabinete/difus/ciencia/silbia/caos.htm>. (5-4-2005).
- Luckin, R., Connolly, D., *et al.* (2003). "Children's interactions with interactive toy technology." Journal of Computer Assisted Learning 19: 165-176.
- Maldonado, T. (1994). Lo real y lo virtual. Barcelona, Gedisa Editorial.
- Mantovani, F. (2001). VR Learning: potential and challenges for the use of 3D environments in education and training. Towards CyberPsychology: mind, cognitions and society in the Internet Age. Riva, G. i Galimberti, C. Amsterdam, IOS Press: 207-226.
- Mantovani, G. (1995). "Virtual reality as a communication environment: consensual hallucination, fiction, and possible selves." Human relations 48: 669-683.
- Marr, D. (1986). La visión. Madrid, Alianza Editorial.
- Maxim, G. W. (1987). Social Studies and the Elementary School Child. Columbus, Ohio, Merrill.
- Mayer, R. E. i Sims, V. K. (1994). "From whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning." Journal of Educational Psychology 86(3): 389-401.
- Mayor, J. i Moñivas, A. (1992a). Representación e imágenes mentales: I, La representación mental. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 409-511.

Mayor, J. i Moñivas, A. (1992b). Representación mental e imágenes mentales: II, Las imágenes mentales. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 531-593.

Mazur, J. M. i Jaynes, C. (2002). Deploying new tools for investigating collaboration in immersive, non-restrictive environments - The Metaverse Situational Tracker. 29th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. San Antonio, Texas.

McCarthy, R. (1989). "Multimedia: what the excitement's all about." Electronic Learning June: 26-31.

McGlade, J. (1999). "Arqueología, dinámica no lineal y discurso histórico." Trabajos de Prehistoria 56(2): 5-18.

Meister, M. i Boss, M. (2004). On using state of the art Computer Game Engines to visualise archaeological structures in interactive teaching and research. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 505-509.

Miles, R. S. (1985). Exhibitions: management, for a change. The management of change in museums. Cossons, N. Londres, National Maritime Museum: 31-33.

Mitchell, T. J. F., Chen, S. Y., *et al.* (2005). "Hypermedia learning and prior knowledge: domain expertise vs system expertise." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 53-64.

Morgan, J. i Welton, P. (1994). The process of communication. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 27-36.

Moser, S. (1999). The Dilemma of Didactic Displays: Habitat Dioramas, Life-groups and Reconstructions of the Past. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 95-116.

Mounin, G. (1985). Semiotic praxis: studies in pertinence and in the means of expression and communication. Nova York i Londres, Plenum Press.

Munar, E. i Rosselló, J. (1999). Percepción del movimiento. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 411-446.

Muscott, H. i Gifford, T. (1994). "Virtual reality and social skills training for students with behavioral disorders: applications, challenges and promising practices." Education and treatment of children 17: 417-434.

Neuman, D. (1989). "Computer based education for learning disabled students; teacher's perceptions and behaviors." Journal of Special Education Technology 9(3): 156-166.

NG, K. H. (2002). Mixed Reality interaction for group experience. Master of Research Dissertation. School of Computer of Computer Science and Information Technologies,

The University of Nottingham. Nottingham:
<http://www.cs.nott.ac.uk/~khn/mixedrealityinteraction.pdf>.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1996). "Effectiveness of virtual environment desensitization in the treatment of agoraphobia." Presence 5: 346-352.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1997). "Virtual environment psychoterapy: a case study of fear of flying disorder." Presence 6: 127-132.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1998). Virtual environments in Clinical Psychology and Neuroscience. Riva, G., Wiederhold, B. K. i Molinari, E. Amsterdam, Ios.

O'Neil, M. (1991). Museums and their communities. The Manual of Museum Planning. Dexter Lord, G. i Lord, B. London, HMSO: 19-34.

Osberg, K. M. (1997). Constructivism in practice: the case for meaning-making in the virtual world. Tesi doctoral. Department of Education, University of Washington. Washington: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/osberg.rtf>.

Otero, N., Rogers, Y., *et al.* (2001). Is interactivity a good thing? Assessing its benefits for learning. Proceedings of the 9th International Conference on HCI. New Orleans, Lawrence Erlbaum: 790-794.

Owen, J. (1999). Interaction or Tokenism? The Role of "Hands-on Activities" in Museum Archaeology Displays. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 173-189.

Owen, R., Buhalis, D., *et al.* (2005). Visitor's evaluations of ICTs used in Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 129-136.

Paivio, A. (1971). Imagery and verbal processes. Nova York, Holt, Rinehart & Winston.

Palmer, S. E. (1975). "The effects of contextual scenes on the identification of objects." Memory and Cognition 3(5): 519-526.

Panagiotakopoulos, C. T. i Ioannidis, G. S. (2002). "Assessing children's understanding of basic time concepts through multimedia software." Computers & Education 38(4): 331-349.

Pastor, M. I. (2004). Pedagogía museística. Nuevas perspectivas y tendencias actuales. Ariel Patrimonio. Barcelona, Ariel.

Pearce, S. M. (1992). Museums, Objects and Collections: a Cultural Study. Leicester, Leicester University Press.

Penny, S. (1994). Virtual Reality as the completion of the Enlightenment. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 199-213.

Pibernat, L. (1998). "Aproximación al análisis epistémico de las ciencias de la educación." Iber 15: 79-92.

Pimentel, K. i Teixeira, K. (1995). Virtual Reality: through the new looking glass. New York, McGraw-Hill.

Podgorny, J. (2004). Studying visitor engagement in Virtual Reality based children's Science Museum exhibits. Master of Arts program in the Social Sciences. Department of Astronomy and Astrophysics, The University of Chicago. Chicago: <http://astro.uchicago.edu/cosmus/thesis.pdf>.

Poovey, M. (2001). Poden sobreviure les Humanitats a la formació a distància? UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum3/catala/Art_Distance_cat/index.htm. (25-1-2002).

Popper, K. i Eccles, J. C. (1977). The self and its brain: an argument for interactionism. Boston, Routledge & Kegan Paul.

Pozo, J. I. (1999). "Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la Ciencia como cambio representacional." Enseñanza de las Ciencias 17(3): 513-520.

Pozo, J. I. (2002). Las estrategias de aprendizaje en el area de las Ciencias Sociales. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 269-294.

Pozo, J. I., Asensio, M., *et al.* (1989). Modelos de aprendizaje - enseñanza de la Historia. La enseñanza de las Ciencias Sociales. Carretero, M., Pozo, J. I. i Asensio, M. Madrid, Visor: 211-240.

Pozo, J. I. i Carretero, M. (1986). "Desarrollo cognitivo y aprendizaje escolar." Cuadernos de Pedagogía 133: 15-19.

Pujol, L. (2002a). Arqueologia i Realitat Virtual: una aproximació a partir de les reconstruccions virtuals als museus. Treball de Recerca de Tercer Cicle (12 crèdits). Antropologia Social i Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.

Pujol, L. (2002b). "Museus d'Arqueologia i ordinadors: les reconstruccions virtuals com a eina divulgativa." GAUSAC 21(Desembre 2002): 27-45.

Pujol, L. (2004). Archaeology, museums and Virtual Reality. UOC. Online article: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/eng/pujol0304/pujol0304.pdf>. (13-7-2004).

Pujol, L. (2005). Interactivity in virtual and multimedia environments: a meeting point for education and ICT in archaeological museums. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 37-52.

- Querol, M. A. (1992). "Los mecanismos de protección del Patrimonio Arqueológico." Trabajos de Prehistoria 49: 27-34.
- Querol, M. A. i Martínez Díaz, B. (1996). La gestión del Patrimonio Arqueológico en España. Madrid, Alianza Editorial.
- Raptis, D., Tselios, N., *et al.* (2005). Context-based design of mobile applications for museums: a survey of existing practices. Proceedings of the 7th International Mobile HCI Conference. Salzburg, Austria.
- Rascón, S. (2002). El mundo en sus manos. O cómo utilizar las nuevas tecnologías en la difusión del Patrimonio Arqueológico. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 250-261.
- Read, D. W. (1990). The utility of mathematical constructs in building archaeological theory. Mathematics and Information Science in Archaeology: a flexible framework. Voorrips, A. Bonn, Holos: 29-60.
- Reed, W. M. (1992). "The effects of computer based writing tasks and mode of discourse on the performance and attitudes of writers of varying abilities. Special Issue: computer use in the improvement of writing." Computers in Human Behavior 8(1): 97-119.
- Reid, D. J., Zhang, J., *et al.* (2003). "Supporting scientific discovery learning in a simulation environment." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 9-20.
- Reynolds, P. J. (1988). La difusió. El contacte de la recerca amb el públic. Arqueologia experimental. Una perspectiva de futur. Reynolds, P. J. Vic, Elmo.
- Riva, G., Wiederhold, B. K., *et al.*, Eds. (1998). Virtual environments in Clinical Psychology and Neuroscience. Amsterdam, Ios.
- Rivera Dorado, M. (1994). "Un camello en el ojo de la aguja." Arqcrítica 8: 5-7.
- Rodríguez Diéguez, J. L. (1978). Las funciones de la imagen en la enseñanza. Semántica y Didáctica. Comunicación Visual. Barcelona, Editorial Gustavo Gili.
- Ronen, M. i Eliahu, M. (2000). "Simulation - a bridge between theory and reality: the case of electric circuits." Journal of Computer Assisted Learning 16: 14-26.
- Rosenbaum, D. (2001). Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. Annual Review of Psychology. Versió electrònica: http://www.findarticles.com/cf_dls/m0961/2001_Annual/73232717/print.jhtml.
- Roussou, M. (2003). Photorealism and Non-Photorealism in Virtual Heritage representation. VAST2003 and First Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Chalmers, A., Arnold, D. i Niccolucci, F., The Eurographics Association: 46-57.

Roussou, M. (2004a). Examining young learners' activity within interactive virtual environments. 3rd International Conference for Interaction, Design and Children. Maryland, ACM: 167-168.

Roussou, M. (2004b). Interactivity and conceptual learning in virtual environments for children. CHI 2004. Doctoral Consortium. Vienna: 1049-1050.

Roussou, M. (2004c). "Learning by doing and learning through play: an exploration of interactivity in virtual environments for children." ACM Computers in Entertainment 2(January): Article 1: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=973818>.

Roussou, M. (2005). Can interactivity in virtual environments enable conceptual learning? 7th Virtual Reality International Conference. Laval, France: 57-64.

Roussou, M. i Drettakis, G. (2005). Can VR be useful and usable in real-world contexts? Observations from the application and evaluation of VR in realistic usage conditions. 11th International Conference on HCI, First International Conference on VR. Las Vegas, Nevada.

Roux, V. (2002). Electronic modelisation of archaeological texts and constitution of knowledge bases. The Digital Heritage of Archaeology. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2002: comunicació.

Roy, P. (1989). La troisième voie. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 33-35.

Ruano, J. (1997). La predicción y la teoría del caos. Aedemo. WWW: <http://www.aedemo.es/septiembre97/privado/caos.html>. (5-4-2005).

Rui Olds, A. (1994). Sending them home alive. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 76-80.

Ruiz Zapatero, G. (1994). "Arqueología y discurso político. El pasado como arma." Arqcrítica 8: 12-13.

Salzman, M. C., Dede, C., *et al.* (1999). "A model for understanding how Virtual Reality aids complex conceptual learning." Presence 8(3): 293-316.

Sanders, D. H. (2002). Virtual Archaeology and Museums: Where Are the Exhibits? Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 187-194.

Santacana, J. (1998). "Museos, ¿al servicio de quién?" Iber 15: 39-49.

Scanlon, E., Tosunoglu, C., *et al.* (1998). "Learning with computers: experiences of evaluation." Computers & Education 30(1/2): 9-14.

Schadla-Hall, T. (2002). "Expliquem "com va ser" o expliquem "com ho sabem"? Un repte per als museus del s. XXI." GAUSAC 21: 19-25.

Schouten, F. F. J. (1995). Heritage as Historical Reality. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 21-31.

Schramm, W., Ed. (1954). The process and effects of mass communication. Chicago, University of Illinois Press.

Schroeder, R. (1996). Possible worlds: the social dynamic of virtual reality technology. Boulder, Westview Press.

Schroeder, R. (1997). "Networked worlds: social aspects of multi-user virtual reality technology." Sociological Research Online 2: <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/4/5.html>.

Schweibenz, W. (1998). The "Virtual Museum": New Perspectives for Museums to present Objects and Information Using the Internet as Knowledge Base and Communication System: www.phil.uni-sb.de/fr/infowiss/projekte/virtualmuseum/virtual_museum_ISI98.htm. (8-7-2002).

Scott, S. D., Mandryk, R. L., *et al.* (2003). "Understanding children's collaborative interactions in shared environments." Journal of Computer Assisted Learning 19: 220-228.

Serrat, N. i Iñíguez, D. (2003). "Aprentatge per descobriment." Guix 300(desembre 2003): 11-18.

Shaw, G. i Marlow, N. (1999). "The role of student learning styles, gender, attitudes and perceptions on information and communication technology assisted learning." Computers & Education 33(4): 223-234.

Slater, M. (1999). "Measuring Presence: a response to the Witmer and Singer Presence questionnaire." Presence 8(5): 560-565.

Song, K. S. i Lee, W. Y. (2002). "A virtual reality application for geometry classes." Journal of Computer Assisted Learning 18: 149-156.

Sospedra, R. (2001). "El potencial de la museografía virtual: Atapuerca." Iber 29(juliol 2004): 45-52.

Spicer, J. I. i Stratford, J. (2001). "Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip." Journal of Computer Assisted Learning 17(4): 345-354.

Steuer, J. (1995). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. Communication in the Age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Erlbaum Associates: 33-55.

Stöllner, T. (2004). Subterrain-Modelling: Part1: Virtual Reality in Mines - so what? Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227.

Suina, J. H. (1994). Museum multicultural education for young learners. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 263-267.

Sundstedt, V., Gutiérrez, D., *et al.* (2005). Participating media for high-fidelity Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 83-90.

Swaak, J., de Jong, T., *et al.* (2004). "The effects of discovery learning and expository instruction on the acquisition of definitional and intuitive knowledge." Journal of Computer Assisted Learning 20: 225-234.

Tarr, M. J. i Warren, W. H. (2002). "Virtual Reality in behavioral neuroscience and beyond." Nature 5(neuroscience supplement): 1089-1092.

Thorndyke, P. W. (1977). "Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse." Cognitive Psychology 9(1): 77-110.

Tijus, C. A. (1995). L'enfant, l'objet, l'objet virtuel et l'objet cognitif. L'enfant et les mondes virtuels. Lesourd, S. Paris, GRAPE. 22: 41-49.

Traub, D. C. (1994). The promise of Virtual Reality for learning. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 107-117.

Trepat, C. A. i Alcoberro, A. (1994). "Procedimientos en Historia. Secuenciación y enseñanza." Iber 1(juliol 1994): 31-51.

Trigger, B. G. (1992). Historia del pensamiento arqueológico. Crítica/Arqueología. Barcelona, Crítica.

Trimmel, M. i Bachmann, J. (2004). "Cognitive, social, motivational and health aspects of studnets in laptop classrooms." Journal of Computer Assisted Learning 20(2): 151.

Tringham, R. (2004). Interweaving digital narratives with dynamic archaeological databases for the public presentation of cultural heritage. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 196-199.

Trushell, J., Maitland, A., *et al.* (2003). "Pupils' recall of an interactive storybook on CD-ROM." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 80-89.

Tulving, E. i Olser, S. (1968). "Effectiveness of retrieval cues in memory for words." Journal of Experimental Psychology 77(4): 593-601.

Turkle, S. (1995). Life on the screen: identity in the age of the Internet. Nova York, Simon and Schuster.

Tzortzaki, D. (2001). "Museums and virtual reality: using the CAVE to simulate the past." Digital Creativity 12(4): 247-251: <http://journalonline.tandf.co.uk/media>.

Uleberg, E. (2004). Strange attractors in the high mountains. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 444-447.

Valdés, M. C. (1999). La difusión cultural en el museo: servicios destinados al gran público. Biblioteconomía y Administración Cultural, 31. Gijón, Ediciones Trea.

Valle, F. (1992). Estructuras y procesos en la memoria. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 41-78.

Van der Voort, T. H. i Valkenburg, P. M. (1994). "Television's impact on fantasy play: a review of research." Developmental Review 14: 27-51.

Vance Wilson, E. (2000). "Student characteristics and computer-mediated communication." Computers & Education 34(2): 67-76.

Vargas, I. i Sanoja, M. (1990). Patrimonio cultural: ¿Inventario o proceso histórico? Arqueología de rescate. Loyola-Bank, G. i Sanoja, M. Caracas, Abre Brecha: 41-51.

Vera, M. I. (2004). La enseñanza-aprendizaje virtual: principios para un nuevo paradigma de instrucción y aprendizaje. Formación de la ciudadanía: las TICs y los nuevos problemas. XV simposio internacional de didáctica de las Ciencias Sociales. Vera, M. I. i Pérez Pérez, D. Alicante, Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales: 57-63.

Villafañe, J. (1998). Introducción a la teoría de la imagen. Madrid, Ediciones Pirámide.

Vincent, J. (2001). "The role of visually rich technology in facilitating children's writing." Journal of Computer Assisted Learning 17: 242-250.

vom Lehn, D. i Heath, C. (2003). Displacing the object: mobile technologies and interpretive resources. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

von Bertalanffy, L. (1976). Teoría general de los sistemas. México, Fondo de Cultura Económica.

Welger-Barboza, C. (2001). Le patrimoine à l'ère du document numérique. Du musée virtuel au musée médiathèque. Patrimoines et Sociétés. Paris, L'Harmattan.

Wheeler, S., Waite, S. J., *et al.* (2002). "Promoting creative thinking through the use of ICT." Journal of Computer Assisted Learning 18: 367-378.

White, H. (1992). El contenido de la forma. Narrativa, discurso y representación histórica. Paidós Básica. Barcelona, Ediciones Paidós.

White, L. (1982). La ciencia de la cultura. Un estudio del hombre y la civilización. Barcelona, Paidós.

Winn, W. (1993). A conceptual basis for educational applications of Virtual Reality. Report n° TR-93-9. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-93-9>.

Winn, W. (1997). The impact of three dimensional immersive virtual environments on modern Pedagogy. Discussion paper for NSF Workshop. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-97-15>.

Winn, W. (2002). What can students learn in artificial environments that they cannot learn in class? First International Symposium, Universitat d'Anadolu, Turquia: <http://faculty.washington.edu/billwinn/papers/turkey.pdf>.

Winn, W. i Bricken, M. (1992). "Designing virtual worlds for use in mathematics education: the example of experiential algebra." Educational Technology 32(12): 12-19.

Winn, W., Hoffman, H., *et al.* (1999). "Student-built virtual environments." Presence 8(3): 283-292.

Winn, W., Windschitl, M., *et al.* (2002). Features of virtual environments that contribute to students' understanding of earth science. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New orleans.

Witcomb, A. (1997). The End of the Mausoleum: Museums in the Age of Electronic Communication. Museums and the Web 1997: An International Conference. Los Angeles.

Witmer, B. G. i Singer, M. J. (1998). "Measuring Presence in virtual environments: a presence questionnaire." Presence 7(3): 225-240.

Wood, D. (1999). "Representing, learning and understanding." Computers & Education 33(2): 83-90.

Wylie, A. (1994). Matters of fact and matters of interest. Archaeological Approaches to Cultural Identity. Shennan, S. J. London and New York, Routledge. 10: 94-109.

Youngblut, C. (1998). Educational uses of virtual reality technology. IDA Document D-2128. Institute for Defence Analyses. Alexandria, VA. Internet: http://www.hitl.washington.edu/research/knowledge_base/virtual-worlds.

Yu, F. Y., Chang, L. J., *et al.* (2002). "Learning preferences towards computerised competitive modes." Journal of Computer Assisted Learning 18: 241-250.

Zurita, G. i Nussbaum, M. (2004). "A constructivist mobile learning environment supported by a wireless handheld network." Journal of Computer Assisted Learning 20: 235-243.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

A.A.D.D. (1989). "Fujita Industrial Company and IBM Tokyo Research Laboratory work together to Reproduce Edo Castle as it was 400 Years Ago." Nikkei Computer Graphics 10: 102-103.

A.A.D.D. (1998). Los museos en la didáctica. Didáctica de las Ciencias Sociales, geografía e Historia. Iber, 15. Barcelona, Graó.

A.A.D.D. (2002a). The Haptic Workbench. CSIRO Australia. Internet: <http://www.cmis.csiro.au/imvs/Technology/workbench.htm>. (15-7-2004).

A.A.D.D. (2002b). Installation details. Forward projected shadow detection systems. Mine Control. Internet: http://www.mine-control.com/installation_details.html. (15-7-2004).

A.A.D.D. (2002c). The Virtual Reality Responsive Workbench. Information Technology Division, U.S. Navy. Internet: <http://www.ait.nrl.navy.mil/vrlab/projects/Workbench.html>. (15-7-2004).

A.A.D.D. (2003a). Enciclopedia Encarta. Microsoft Corporation. Enciclopèdia Multimèdia.

A.A.D.D. (2003b). An explanation of Presence. International Society for Presence Research. WWW: <http://www.ispr.info>. (8-12-2003).

A.A.D.D. (2004). Interpretation of Edgar Dale's Cone of Experience. Florida State University. Internet: <http://www.fsu.edu/~ids/fac2002/Edgar%20Dale.htm>. (21/08/04).

A.D. (1986). Faire un musée. Comment conduire une opération muséographique? La documentation Française. Paris, Ministère de la Culture, Direction des Musées de France.

A.D. (1992). Press release. Dimension International. Berkshire.

A.D. (1998a). Learning Styles. Museums, Libraries and Archives. Arxiu Flash: www.inspiringlearningforall.gov.uk. (17/06/04).

A.D. (1998b). More about the Generic Learning Outcomes. Museums, Libraries and Archives. document pdf: www.inspiringlearningforall.gov.uk. (17/06/04).

A.D. (1998c). Question Bank. Museums, Libraries and Archives. document pdf: www.inspiringlearningforall.gov.uk. (17/06/04).

A.D. (2000). Diccionario de conceptos. Gaiasur. Internet: <http://fractal.gaiasur.com.ar/gaiasur/conceptos.html>. (12-9-2002).

A.D. (2002). Virtual Reality aid for schizophrenia. BBC News Online, Health: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/2066973.stm>.

A.D. (2004a). Information About Personality Types. BSM Consulting. Internet: www.personalitypage.com. (20-11-2003).

A.D. (2004b). Unidad 2: La concepción del entorno sociofísico. Universitat de Barcelona. Apunts de l'assignatura Psicologia ambiental: www.ub.es/dppss/psicamb/intr20.htm. (09/03/2004).

A.D. (2005). Constructivist theory (J. Bruner). Internet: <http://tip.psychology.org/bruner.html>. (4-2-2005).

Adams, M. i Moussouri, T. (2002). The interactive experience: linking research and practice. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Adande, J. C. E. (2002). La didactique dans les musées on-line. www: [www: www.virtualworldheritage.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en](http://www.virtualworldheritage.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en).

Addyman, P. V. (1994). Reconstruction as interpretation. The example of the Jorvik Viking Centre, York. The politics of the past. Gathercole, P. i Lowenthal, D. Londres, Routledge: 257-264.

Ainsworth, S. (1999). "The functions of multiple representations." Computers & Education 33: 131-152.

Ainsworth, S., Wood, D., *et al.* (1996). Co-ordinating multiple representations in computer based learning environments. Proceedings of the European conference of artificial intelligence in education. Brna, P., Paiva, A. i Self, J. Lisboa, Edições Colibri: 336-342.

Ait Kaci, Y. (2003). Architecture du contenu interactif: du DVD-ROM du louvre à la visite d'un musée hybride. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Ait Kaci, Y. i Mestaoui, N. (2003). La Réalité Hybride: installation interactive [V-MED 2.0] et architecture du centre culturel français de Palerme et de Sicile. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Alcalde, G. (1992). La difusió de l'Arqueologia mitjançant els museus arqueològics. Avaluació dels visitants dels museus arqueològics de Catalunya i anàlisi dels conceptes que aquests museus transmeten al públic. Tesi doctoral. Geografia, Història i Història de l'Art, Universitat de Girona. Girona.

Alessi, S. M. (1988). "Fidelity in the design of instructional simulations." Journal of Computer-Based Instruction 15: 40-47.

Allard, M. (1995). The evaluation of museum-school programmes: the case of historic sites. Museum, Media, Message. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 235-244.

Allen, G. L., Siegel, A. W., *et al.* (1978). "The role of perceptual context in structuring spatial knowledge." Journal of Experimental Psychology; Human Learning and Memory 4(6): 617-630.

Allen, P. M. (1982). The genesis of structure in social systems: the paradigm of self-organization. Theory and explanation in Archaeology. The Southampton conference. Renfrew, C., Rowlands, M. i Seafraves, B. A. Nova York, Academic Press: 347-376.

Alonso, M. i Matilla, L. (1997). Imágenes en acción. Análisis y práctica de la expresión audiovisual en la escuela activa. El mochuelo pensativo. Madrid, Ediciones Akal.

Alter, P. i Ward, R. (1994). Exhibit evaluation: taking account of human factors. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 205-212.

Alzúa-Sorzábal, A., Linaza, M. T., *et al.* (2005). Interface evaluation for Cultural Heritage applications: the case of FERRUM exhibition. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 122-128.

Ambrose, T., Ed. (1987). Education in Museums. Museums in Education. Edinburgh, HMSO Books.

Ancona, M., Dodero, G., *et al.* (2002). Exploiting Wireless Networks for Virtual Archaeology: the Past Project. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 195-200.

Anderson, H. M. (2003). Dale's Cone of Experience. Universitat de Kentucky. Internet: <http://www.mc.uky.edu/pharmacy/edinnovation/pdf/Step%20Dales%20Cone.pdf>. (21/08/04).

Anderson, M. (2004). Computer Games and Archaeological Reconstruction: The Low Cost VR. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series 1227: 521-524.

Anderson, R. J. (1983). The architecture of cognition. Cognitive Science Series, 5, Harvard University Press.

Androutsopoulos, I., Dimitromanolaki, A., *et al.* (2000). Generating Multilingual Personalized Descriptions of Museum Exhibits: The M-PIRO Project. Computing Archaeology for Understanding the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2000. Stancic, Z. i Veljanovski, T. Oxford, Archaeopress: 233-240.

Antonietti, A. i Cantoia, M. (2000). "To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality." Computers & Education 34(3/4): 213-223.

Antonietti, A., Imperio, E., *et al.* (2001). "Virtual reality and hypermedia in learning to use a turning lathe." Journal of Computer Assisted Learning 17: 142-155.

Appleton, J. (2002). Interactivity in context. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Aquilué, X., Bases, T., *et al.* (2002). Projecte de restitució virtual de la ciutat grega d'Emporion (Empúries, l'Escala). II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 285-291.

Ardener, S. (1993). Ground Rules and Social Maps for Women: An Introduction. Women and Space. Ground Rules and Social Maps. Ardener, S. Oxford, Berg Publishers: 1-31.

Arnheim, R. (1986). El pensamiento visual. Estética, 7. Barcelona, Paidós.

Arnheim, R. (1987). Arte y percepción visual. Psicología de la visión creadora. Buenos Aires, Editorial universitaria de Buenos Aires.

Arnold, D. (2002). Economic Reconstructions of Populated Environments: Progress with the Charismatic Project. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 203-207.

Artin, G. (1998). "El Líban: arqueologia de la guerra i de la pau." Cota Zero 14: 105-112.

Ascott, R. (2002). Interactive Art. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Asensio, M. (1986). "El aprendizaje del tiempo histórico." Historia 16 127(novembre): 120-121.

Asensio, M. (1993). "Secuenciación del aprendizaje del conocimiento histórico." Aula 10(gener): 15-22.

Asensio, M., Carretero, M., *et al.* (1986). "La comprensión de la Historia. Pensamiento relativista." Cuadernos de Pedagogía 133: 24-27.

Asensio, M., García Blanco, A., *et al.* (1993). "Evaluación cognitiva de la exposición "Los Bronces Romanos en España": dimensiones ambientales, comunicativas y comprensivas." Boletín de ANABAD 43(3-4): 215-255.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1996a). Cuando la mente va al museo: un enfoque cognitivo-receptivo de los estudios de público. IX Jornadas estatales DEAC-Museos: La exposición. Jaén, Diputación provincial: 83-133.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1996b). "¿Siguen siendo los dioramas una alternativa efectiva de montaje?" Revista de museología 8(julio): 11-20.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1997). "Objetos por el amor inanimados: de la contemplación al entendimiento." AMBAR. Revista de la Asociación de Amigos del Museo de Bellas Artes de Vitoria 6: 26-41.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (1998). "La comprensión de los contenidos del museo." Iber 15: 15-30.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2001). Planificación en museología: el caso del Museu Marítim de Barcelona. Manuals Museu Marítim. Barcelona, Museu Marítim.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2002). Los cambios recientes en la consideración de los estudios de público: la evaluación del Museu d'Història de la Ciutat de Barcelona. II Congrés internacional sobre museització de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 310-321.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2003a). "Aprender en el museo." Iber 36(abril 2003): 62-77.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2003b). "Educar a través del patrimonio: Cancho Roano, el edificio más antiguo de la península." Aula de... 126: 12-15.

Asensio, M. i Pol Méndez, E. (2003c). "¿Para qué sirven hoy los estudios de público en museos?" Revista de museología 24-25: 11-20.

Ashworth, G. J. (1995). Heritage, Tourism and Europe: a European Future for a European Past? Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 69-84.

Aslin, R. N., Pisoni, D. P., *et al.* (1983). Auditory development and speech perception in infancy. Handbook of Child Psychology: Infancy and Developmental Psychobiology. Haith, M. M. i Campos, J. J. New York, Wiley.

Ausubel, D. P. (1968). Educational Psychology. A Cognitive View. New York, Holt, Rinehart & Winston, Inc.

Baena, F. J. (1996). An application of GIS intra-site analysis to museum display. Interfacing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1995. Kamermans, H. i Fennema, K. Leiden, University of Leiden. 28: 465-471.

Bailey, S. S. (1994). "Creating a virtual reality as a perceptual equivalence for training." Educational Media International 31(4): 221-223.

Bakker, G. (2005). The ontology of 3D digital reconstruction. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 629.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: the exercise of control. Nova york, W. H. Freeman & Co.

Barberà, E. i Monereo, C. (2002). Diseño instruccional de las estrategias de aprendizaje en entornos educativos no-formales. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 295-308.

Barceló, J. A. (1995). Arqueología Automática: la utilización de técnicas de Inteligencia Artificial en Arqueología teórica. Bellaterra, UAB.

Barceló, J. A. (1998a). "Arqueologia per a una emergència. Destrucció del passat, destrucció del present a Nicaragua." Cota Zero 14: 113-117.

Barceló, J. A. (1998b). "Verdader o fals? La necessitat de la filosofia en l'Arqueologia." Cota Zero 14: 30-40.

Barceló, J. A. (1999). De la "inutilitat" del passat a la "comoditat" del present. La rendibilitat de les ciències socials en el segle XXI. UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum1/barcelo/bar1_cat.htm. (25/1/2002).

Barceló, J. A. (2000). Visualizing what might be: an introduction to virtual reality techniques in Archaeology. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Barceló, J. A. (2001). "Virtual Reality for Archaeological Explanation. Beyond Picturesque Reconstruction." Archeologia e Calcolatori 12: 221-244.

Barceló, J. A. (2002a). Archaeological thinking: between space and time. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 237-257.

Barceló, J. A. (2002b). Virtual Archaeology and Artificial Intelligence. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 21-28.

Barceló, J. A. i Pallarès, M. (1996). "A critique of G.I.S. in Archaeology. From visual seduction to spatial analysis." Archeologia e calcolatori 7: 313-326.

Barceló, J. A. i Pallarès, M. (1998). "Beyond GIS: The archaeology of social spaces." Archeologia e calcolatori 9: 47-80.

Barceló, J. A., Pelfer, G., *et al.* (2002). The origins of the city. From social theory to archaeological description. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 41-63.

Bardavio, T. (2004). Aprenentatge, Museus, Realitat Virtual. Sant Cugat del Vallès. Conversa: 6-2-2004.

Bardavio, T. i González Marcén, P. (2003). Objetos en el tiempo. Las fuentes materiales en la enseñanza de las Ciencias Sociales. Cuadernos de Formación del profesorado. Educación secundaria, 18. Barcelona, Editorial Horsori.

Barthes, R. (1957). Mythologies. Paris, Seuil.

Bateson, G. (1972). Steps to an ecology of mind. Chicago, The University of Chicago Press.

Baxter, J. H. i Preece, P. F. W. (1999). "Interactive multimedia and concrete three-dimensional modelling." Journal of Computer Assisted Learning 15: 323-331.

Beex, W. i Peterson, J. (2004). The Arminghall Henge in space and time: how Virtual Reality contributes to research on its orientation. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 490-493.

Beier, K. P. (2001). Virtual Reality: A Short Introduction. Virtual Reality Laboratory, University of Michigan. internet: <http://www-vrl.umich.edu/intro/index.html>. (10-7-2002).

Belaën, F. (2003). L'immersion au service des musées de sciences. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Belarte, C. i Santacana, J. (2002). Comunicació. International Seminar on Museology, Display and Presentation of Archaeological Sites in the Mediterranean Countries. Molist, M., Buxó, R. i Garrido, A. Barcelona, Museu d'Arqueologia de Catalunya: 20-23.

Belcher, M. (1991). Exhibitions in museums. Leicester, Leicester University Press.

Beltrán, J., García Alcañiz, E., *et al.* (1987). Psicología de la educación. Madrid, Ediciones de la Universidad Complutense.

Bender, B., Hamilton, S., *et al.* (1997). "Leskernick: Stone Worlds; Alternative Narratives; Nested Landscapes." Proceedings of the Prehistoric Society 63: 147-178.

Berlo, D. K. (1960). The process of communication. Londres, Holt, Rinehart & Winston.

Bertuglia, C. S. (1999a). Il museo: un inquadramento generale. Il Museo tra reale e virtuale. Bertuglia, C. S., Bertuglia, F. i Magnaghi, A. Roma, Editori Riuniti: 5-68.

Bertuglia, C. S. (1999b). L'introduzioni di elementi di virtualità in campo museale. Il museo tra reale e virtuale. Bertuglia, C. S., Bertuglia, F. i Magnaghi, A. Roma, Editori Riuniti: 147-168.

Bettetini, G. (1991). La simulazione visiva. Inganno, finzione, poesia, computer graphics. Milan, Bompiani.

Bettetini, G. (1995). Tecnología y comunicación. Las nuevas tecnologías de la comunicación. Bettetini, G. i Colombo, F. Barcelona, Paidós Ibérica.

Bicknell, S. i Mann, P. (1994). A picture of visitors for exhibition developers. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 195-203.

- Biederman, I. (1972). "Perceiving real world scenes." Science 177(1043): 77-80.
- Biederman, I., Glass, A. L., *et al.* (1973). "Searching for objects in real world scenes." Journal of Experimental Psychology 97(1): 22-27.
- Bigge, M. L. i Hunt, M. P. (1973). Bases psicológicas de la educación. Mèxic, Editorial Trillas.
- Binford, L. (1962). "Archaeology as Anthropology." American Antiquity 28(2): 217-225.
- Binford, L. (1987). Researching Ambiguity: Frames of Reference and Site Structure. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 449-513.
- Binford, L. (1988). En busca del pasado. Barcelona, Crítica.
- Biocca, F. i Levy, M. R. (1995a). Communication Applications of Virtual Reality. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 127-155.
- Biocca, F. i Levy, M. R. (1995b). Virtual Reality as a communication system. Communication in the age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates: 15-31.
- Biosca, E., Cantarell, E., *et al.* (2002). "Reconstruyendo el pasado. Enseñar con tecnologías de realidad virtual." Iber 31(gener 2002): 103-111.
- Bitgood, S. (1990). The role of simulated immersion in exhibition. Center for Social Design. Jacksonville. cita.
- Blanckholm, P. (2002). Curs de GIS. Bellaterra, UAB.
- Blanco, F. i Travieso, D. (1999). Procesamiento básico de la visión. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 235-266.
- Blanco Martín, C. J. (2004). Diccionario Crítico de Ciencias Sociales. Percepción. Universidad Complutense de Madrid. Internet: www.ucm.es/info/eurotheo/diccionario/P/percepcion.htm. (09/03/2004).
- Bloom, A. (1981). The linguistic shaping of thought: A study in the impact of language on thinking in China and the West, Lawrence Erlbaum Associates.
- Boehmer, M. (1981). Museo y escuela. La práctica pedagógica en los museos de Alemania Occidental. Col·lecció Documents, A 55. Barcelona, Edicions i Publicacions Universitat de Barcelona.
- Bogdanovic, I. (1998). "L'Arqueologia a Sèrbia." Cota Zero 14: 100-104.

Bohuslav, P., Humer, F., *et al.* (2002). Virtual Tour of the Roman City of Carnuntum: an Example for Virtual Reconstruction of Archaeological Findings. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 209-212.

Boj, I. (2001). "La didáctica de la prehistoria como instrumento de transformación social." Iber 29: 19-26.

Bonfigli, M. E., Forte, M., *et al.* (2004). The Aksum Project: a VReality GIS for a 3D inclusive interaction with an archaeological landscape. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 537-540.

Bonfigli, M. E. i Guidazzoli, A. (2000). A www virtual museum for improving the knowledge of the history of a city. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress: CD-ROM.

Bonfigli, M. E., Guidazzoli, A., *et al.* (2002). From Museum to Mouseum. The Virtualisation of Daily Museums. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 213-215.

Boniface, P. i Fowler, P. J. (1993). Heritage & Tourism in the "Global Village". The Heritage: Care - Preservation - Management. London, Routledge.

Borràs, L. (2003). eXistenZ, de David Cronenberg: ciberficcions per a la posthumanitat. Digithum (5). UOC: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/cat/borras0303/borras0303.html>.

Bourdieu, P. i Darbel, A. (1985). L'amour de l'art. Les musées d'art européens et leur public (1969). Paris, Les éditions de minuit.

Bourque, L. B. i Fielder, E. P. (1995). How to conduct self-administered and mail surveys. The survey kit, 3. Thousand Oaks, SAGE Publications.

Bradburne, J. M. (2002). Museums and their languages: is interactivity different for fine art as opposed to design? Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Brantingham, P. J. i Kuhn, S. L. (2001). "Constraints on Levallois core technology: a mathematical model." Journal of Archaeological Science 28(2001): 747-761.

Braverman, B. E. (1994). Empowering visitors: focus group interviews for art museums. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 216-222.

Bricken, M. i Byrne, C. M. (1993). Summer Students in Virtual Reality. A Pilot Study on Education Applications of Virtual Reality Technology. Virtual Reality. Applications and Explorations. Wexelblat, A. Boston, Academic Press Professional: 199-217.

Brooks, F. P. (1999). "What's Real About Virtual Reality?" IEEE Computer Graphics and Applications 19(November/December): 16-27.

Brosnan, M. J. (1998). "The impact of computer anxiety and self-efficacy upon performance." Journal of Computer Assisted Learning 14: 223-234.

Bruce, V., Green, P. R., *et al.* (2003). Visual perception. Physiology, psychology and ecology. New York, Psychology Press.

Bruner, J. (1960). The Process of Knowing. New York, Vintage Books.

Bruner, J. (1984). Acción, pensamiento y lenguaje. Psicología. Madrid, Alianza.

Bull, P. (1994). A beginner's guide to evaluation. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 213-215.

Burdea, G. i Coiffet, P. (1993). La Réalité Virtuelle. Paris, Hermes.

Burney, J. (2000). Abra los ojos. M-Real. revista digital: www.m-real.com/v2/press_club/b_colour_spanish_article_02.asp. (09/03/04).

Byrne, C. M. (1996). Water on tap: the use of Virtual Reality as an educational tool. Tesi doctoral. College of Education, University of Washington. Seattle: <http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne>.

Caballero, M., de Echano, J., *et al.* (1992). Noesis. Historia de la Filosofía. Barcelona, Edicions Vicens Vives.

Cabero, J., Ed. (1999). Tecnología educativa. Didáctica y organización escolar. Madrid, Editorial Síntesis.

Cadaugade, C. (1995). Informatique et apprentissages. L'enfant et les mondes virtuels. Lesourd, S. Paris, GRAPE. 22: 53-61.

Cadoz, C. (1995). Las realidades virtuales. Una exposición para comprender, un ensayo para reflexionar. Dominó. Madrid, Debate.

Cafuri, R. (2002). Du musée réel au musée virtuel. Représentations des cultures africaines du local au global. [www: www.virtualworldheritage.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en](http://www.virtualworldheritage.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en).

Calabrese, O. (1985). Il linguaggio dell'arte. Milà, Bompiani.

Callebaut, D. (2002). The Experiences of the Ename 974 Project with New Media: Where and How to do Virtual Reality and Interactivity Fit in? Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 179-185.

Calvert, S. L. (1999). Children's journeys through the information age. Boston, McGraw Hill.

Calvert, S. L. (2002). The social impact of Virtual Reality. Georgetown University. Internet: <http://vehand.eugr.ucf.edu/handbook/Chapters/chapter38.pdf>. (15-7-2004).

Calvert, S. L. i Tan, S. L. (1994). "Impact of virtual reality on young adults' physiological arousal and aggressive thoughts: interaction versus observation." Journal of Applied Developmental Psychology 15: 125-139.

Cameron, D. (1968). "A viewpoint: the museum as a communications system and implications for museum education." Curator 11: 33-40.

Campins, L. (2004a). Primera reunió sobre l'avaluació del Museu de Sant Cugat del Vallès. Sant Cugat del Vallès. Conversa: 9-1-2004.

Campins, L. (2004b). Sobre el Museu de Sant Cugat del Vallès. Cerdanyola del Vallès. E-mail: 10-2-2004.

Campo, P. (2004). Computer... what for? Virtuality vs Reality in Archaeology. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 192-195.

Carandini, A. (1984). Arqueología y cultura material. Barcelona, Mitre.

Cardoso, C. F. S. (1981). Introducción al trabajo de investigación histórica: conocimiento, método e historia. Barcelona, Crítica.

Carey, J. M. i Kacmar, C. J. (1997). "The impact of communication mode and task complexity on small group performance and member satisfaction." Computers in Human Behavior 13(1): 23-49.

Carreiras, M. (1992). Mapas cognitivos y orientación espacial. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 375-401.

Casey, V. (2003). The museum effect: gazing from object to performance in the contemporary cultural-history museum. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Chadwick, J. (1980). El mundo micénico. Madrid, Alianza Universidad.

Chalmers, A. (1987). ¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Madrid, Siglo XXI.

Chalmers, A. i Debattista, K. (2005). Investigating the structural validity of virtual reconstructions of prehistoric maltese temples. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 107-112.

Champion, E. (2002). Cultural engagement in Virtual Heritage environments with inbuilt interactive evaluation mechanisms. Proceedings of the Fifth Annual International Workshop. PRESENCE 2002. Porto, Portugal.

Champion, E. (2003). Applying game design theory to Virtual Heritage environments. Graphite. Annual Conference. Melbourne.

Champion, E. (2005a). Interactive Emergent History as a Cultural Turing Test. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Short & Project Papers Proceedings. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 120-125.

Champion, E. (2005b). Place, space and monkey brains: cognitive mapping in games and other media. DIGRA International Conference. Changing worlds: worlds in play. Vancouver, Digita Games Research Association.

Chan Lin, L. (2001). "Formats and prior knowledge on learning in a computer-based lesson." Journal of Computer Assisted Learning 17: 409-419.

Chapman, J. (1998). "La destrucció d'un patrimoni comú: l'arqueologia de guerra a Croàcia, Bòsnia i Hercegovina." Cota Zero 14: 93-99.

Cherry, J. F. i Renfrew, C., Eds. (1986). Peer polity interaction and socio-political change. Cambridge, Cambridge University Press.

Childe, V. G. (1972). Introducción a la Arqueología. Barcelona, Ariel.

Chiu, C. H. (2002). "The effects of collaborative teamwork on secondary science." Journal of Computer Assisted Learning 18: 262-271.

Ch'ng, E., Stone, R. J., *et al.* (2005). Evaluating artificial life-based vegetation dynamics in the context of a Virtual Reality representation of ancient landscapes. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 235-244.

Chou, S. i Liu, C. (2005). "Learning effectiveness in a Web-based virtual learning environment: a learner control perspective." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 65.

Christodoulou, V. i Svolos, J. (2000). 3D Monument Reconstruction and its Acceptance by a Varied Audience. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Clariana, M. (1994). L'estudiant de secundària: què en sabem? Barcelona, Barcanova.

Clarke, D. (1984). Arqueología analítica. Barcelona, Bellaterra.

Cleere, H. (1991). "L'herència arqueològica." L'avenc 145: 70-75.

Coiffet, P. (1995). Mondes Imaginaires. Les arcanes de la réalité virtuelle. Paris, Hermès.

Coldevin, G. (1993). "Influence of instructional control and learner characteristics on factual recall and procedural learning from interactive video." Canadian Journal of Educational Communication 22(2): 113-130.

Coll, C. (2001). Concepciones y tendencias actuales en psicología de la educación. Desarrollo psicológico y educación. Coll, C., Palacios, J. i Marchesi, A. Madrid, Alianza Editorial. 2: 29-64.

Coll, C., Gómez Alemany, I., *et al.* (1997). Psicologia de la instrucció. Barcelona, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya.

Cooke, K. L. (1979). Mathematical approaches to culture change. Transformations: mathematical approaches to culture change. Renfrew, C. i Cooke, K. L. New York, Academic Press: 45-82.

Coombs, N. (1993). "Global empowerment of impaired learners." Educational Media International 30(1): 23-25.

Coombs, P. H., Prosser, R. C., *et al.* (1973). New Paths to Learning: For Rural Children and Youth. Report for United Nations Children's Fund, New York. International Council for Educational Development Publications. Essex, Connecticut. cita.

Cooper, G. (1997). Is virtual reality leading to an epidemic of shyness? The Independent. Londres.

Cooper, J. (1995). A comparison of Interactive Multimedia and Face-to-face Education in Museums: http://members.ozemail.com.au/~agjonath/museum_ed/mda95.html. (8-7-2002).

Coren, S., Ward, L. M., *et al.* (2001). Sensación y percepción. Mèxic, D. F., McGraw Hill.

Costopoulos, A. (2002). Playful agents, inexorable process: elements of a coherent theory of iteration in anthropological simulation. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 259-265.

Couchot, E. (1989). La synthèse du temps. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 117-122.

Counsell, J. (2002). A role for GIS in capturing and unifying records of historic gardens and landscapes. [www: www.virtualworldheritage.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en](http://www.virtualworldheritage.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en).

Couture, M. (2004). "Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory." Journal of Computer Assisted Learning 20(1): 40-49.

Craig, J. C. (1999). Somesthesia. *Annual Review of Psychology*. Versió electrònica: <http://www.findarticles.com>.

Craik, F. I. M. i Watkins, M. J. (1973). "The role of rehearsal in short-term memory." *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 12: 599-607.

Crespo, A. (1999). Organización perceptual y reconocimiento visual del objeto. *Atención y percepción*. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 339-378.

Criado, F. (1996). "El futuro de la Arqueología. La Arqueología del futuro?" *Trabajos de Prehistoria* 53: 15-35.

Criado, F. (2001). "Problems, functions and conditions of archaeological knowledge." *Journal of Social Archaeology* 11(1): 126-146.

Cronjé, J. C. (2001). "Metaphors and models in Internet-based learning." *Computers & Education* 37(3/4): 241-256.

Crook, C. (1998). "Children as computer users: the case of collaborative learning." *Computers & Education* 30(3-4): 237-247.

Crosier, J. K., Cobb, S., *et al.* (2002). "Key lessons for the design and integration of virtual environments in secondary science." *Computers & Education* 38(1/3): 77-94.

Crowther, D. (1989). Archaeology, Material Culture and Museums. *Museum Studies in Material Culture*. Pearce, S. M. Leicester, Leicester University Press: 35-46.

Csikszentmihályi, M. i Hermanson, K. (1995). "Intrinsic Motivation in Museums. What Makes Visitors Want to Learn." *Museum News* 74(3): 35-62.

Csikszentmihályi, M. i Robinson, R. E. (1990). *The art of seeing: an interpretation of the aesthetic encounter*. Malibu, Califòrnia, The John Paul Getty Museum i The Getty Education Institute for the Arts.

Cuenca, J. M. (2001). "Los juegos informáticos de simulación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias sociales." *Iber* 30(octubre 2001): 69-81.

Daitz, E. (1966). The picture theory of meaning. *Essays in conceptual analysis*. Flew, A. Londres, Macmillan.

Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching*. New York, Holt, Rinehart & Winston.

Davallon, J. (1989). Peut-on parler d'une "langue" de l'exposition scientifique? *Faire voir. Faire savoir. La muséologie scientifique au présent*. Schiele, B. Québec, Musée de la Civilisation: 47-60.

Davallon, J. (1992). "Le musée, est-il vraiment un média?" *Publics et Musées* 2: 99-124.

- David Ritchie, L. (1991). Information. Communication concepts, 2. Londres, Sage.
- de Haan, G., Koutek, M., *et al.* (2004). Towards intuitive exploration tools for data visualization in VR. Delft University of Technology. pdf internet. (23-7-04).
- de Jong, T. i van der Hulst, A. (2002). "The effects of graphical overviews on knowledge acquisition in hypertext." Journal of Computer Assisted Learning 18: 219-231.
- de la Mota, I. H. (1988). Diccionario de la Comunicación. Madrid, Paraninfo.
- de Varine, H. (1979). "Le musée peut tuer ou... faire vivre." Techniques et Architecture 326.
- de Vega, M. (1992). Representaciones mentales: paradojas, debates y soluciones. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 263-302.
- Dean, D. (1994). Museum exhibition. Theory and practice. Museums: New Visions / New Approaches. London, Routledge.
- del Pino González, L. M. (1995). Realidad Virtual. Madrid, Paraninfo.
- Deleuze, G. (1968). Différence et répétition. Paris, PUF.
- Deloche, B. (2001). Le musée virtuel. Questions actuelles. Paris, Presses Universitaires de France.
- Dember, W. N. i Warm, J. S. (1990). Psicología de la percepción. Psicología. Madrid, Alianza Editorial.
- Deregowski, J. B. (1974). Pictorial perception and culture. Image, Object, and Illusion. Freeman, W. H. San Francisco.
- Desautels, J. i Larochelle, M. (1989). Qu'est-ce que le savoir scientifique? Points de vue d'adolescents et d'adolescentes. Quebec et Ottawa, Les Presses de l'Université Laval.
- Desmarais, L., Duquette, L., *et al.* (1998). "Evaluating Learning and interactions in a multimedia environment." Computers and the Humanities 31: 327-349.
- Dewey, J. (1966). Democracy and education. Nova York, Free Press.
- Di Blas, N., Gobbo, E., *et al.* (2005a). 3D Worlds and Cultural Heritage: Realism vs. Virtual Presence. Museums and the Web 2005. Bearman, D. i Trant, J. Vancouver, Canada.
- Di Blas, N., Gobbo, E., *et al.* (2005b). 3D Worlds for education: cooperation and virtual presence. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 375-384.

Díaz-Andreu, M. (1998). "Identitats i el dret al passat. Del nou al vell món." Cota Zero 14: 41-52.

Dierking, L. D. i Falk, J. H. (1998). Understanding Free-Choice Learning: A Review of the Research and its Application to Museum Web Sites: www.archimuse.com/mw98/papers/dierking/dierking_paper.html. (8/7/2002).

Digger, J. (2002). When is an interactive not an interactive? When it's an artwork? Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Djindjian, F. (2002). Pour une théorie générale de la connaissance en Archéologie. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 101-117.

Dodd, J. (1994). Whose museum is it anyway? Museum education and the community. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 303-305.

Dodge, M. i Kitchin, R. (2001). Mapping cyberspace. Londres, Routledge.

Domínguez, R. M., Fernández, A., *et al.* (1994). "Empresas de arqueología y arqueología urbana: investigación, negocio, profesión." Arqueología y territorio medieval 1.

Doran, J. E. (1994). Simulating prehistoric societies: why? And how?

Dreyfus, H. (1979). What computers can't do: the limits of Artificial Intelligence. New York, Harper Colophon.

Du Bery, T. (1994). Why don't people go to museums? The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 61-63.

Dubriel, R. (1993). "All things being equal." Vocational Education Journal 68(8): 28-29.

Ducke, B. (2003). Archaeological Predictive Modelling in Intelligent Network Structures. The Digital Heritage of Archaeology. CAA2002. Doerr, M. i Sarris, A. Oxford, BAR International Series: 267-273.

Duncan, C. i Wallach, A. (1978). "The universal survey museum." Art History 3(4): 448-469.

Duncker, K. (1929). "Ueber induzierte Bewegung." Psychologische Forschung 12: 180-259.

Durand, F. (2002). An invitation to discuss computer depiction. Proceedings of the 2nd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 3-5 Juny 2002. Nova York, ACM Press: 111-124.

Durlach, N. I. i Mavor, A. S. (1995). Virtual Reality. Scientific and technological challenges. Washington, D. C., National Academy Press.

Eagleman, D. M. (2004). Neural Coding and the Perception of Time: Psychophysics and Computational Theory. Departament de Neurobiologia i anatomia Universitat de Texas, Houston. World wide web: <http://nba.uth.tmc.edu/resources/faculty/members/eagleman.htm>. (15-10-2004).

Eagleman, D. M. i Holcombe, A. O. (2002). "Causality and the perception of time." Trends in Cognitive Sciences 6(8): 323-325: <http://nba.uth.tmc.edu/homepage/eagleman/papers/EaglemanHolcombeTICS2002.pdf>.

Echevarría, J. (2000). Un mundo virtual. El círculo cuadrado. Barcelona, Plaza & Janés.

Eco, U. (1991). Tratado de semiótica general. Barcelona, Lumen.

Eco, U. (1999). Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. Barcelona, Gedisa.

Economou, D., Mitchell, W. L., *et al.* (2000). "Requirements elicitation for virtual actors in collaborative learning environments." Computers & Education 34(3/4): 225-239.

Economou, M. (1999). "The evaluation of museum multimedia applications: lessons from research." Journal of Museum Management & Curatorship 17(2): 173-187.

Economou, M. i Pujol, L. (2006). Educational tool or expensive toy? Evaluating VR evaluation and its relevance for Virtual Heritage. New Heritage: beyond verosimilitude. Conference on Cultural Heritage and New Media. Proceedings of the New Heritage Conference, Hong-Kong, 13th-14th March 2006. Kvan, T. i Kalay, Y. Hong Kong, The Faculty of Architecture, University of Hong-Kong: 284-302.

Ellis, A. W. i Young, R. W. (1988). Human Cognitive Neuropsychology. Londres, LEA.

Erstad, O. (2002). "Norwegian students using digital artifacts in project-based learning." Journal of Computer Assisted Learning 18(4): 427-437.

Estany, A. (1990). Modelos de cambio científico. Filosofía. Barcelona, Crítica.

Estany, A. (1993). Introducción a la filosofía de la Ciencia. Filosofía. Barcelona, Crítica.

Estaún, S. (1999). Percepción del tiempo y de la causalidad. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 577-596.

Esteve, R. (2001). "Nuevo segmento emergente de turismo: los parques temáticos." Cuadernos de Turismo 7: 35-54.

Estévez, J. i Vila, A. (1995). Encuentros en los conchales fueguinos. Treballs d'Etnoarqueologia. Barcelona, UAB-CSIC. 1.

Facer, K., Joiner, R., *et al.* (2004). "Savannah: mobile gaming and learning?" Journal of Computer Assisted Learning 20: 399-409.

Falk, J. H. i Dierking, L. D. (1998). Understanding free-choice learning: a review of the research and its application to museum web sites. Museums and the Web, 1998. Proceedings of the Second International Conference. Bearman, D. i Trant, J. Toronto, Archives and Museum Informatics.

Falk, J. H. i Dierking, L. D. (2000). Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning. Oxford, AltaMira Press.

Fällman, D., Backman, A., *et al.* (1999). VR in education: an introduction to multisensory constructivist learning environments. Conference on University Pedagogy, Umea University: http://daniel.fallman.org/resources/papers/Fallman_VRIE.pdf.

Farjas, M., Alonso, M., *et al.* (2005). New Technologies applied to artifacts: looking for the representation of a column capital. Beyond the artifact. CAA2004. Niccolucci, F. Oxford, BAR International Series: en premsa.

Farjas, M. i Arranz, J. J. (2003). Virtual representation of Archaeological excavation surroundings using topographical techniques for the purpose of assisting museums with the presentation of archaeological information. The Digital Heritage of Archaeology. CAA2002. Doerr, M. i Sarris, A. Oxford, BAR International Series.

Farrington, O. S. i Taylor, N. K. (2004). Machine Learning applied to geo-archaeological soil data. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Gorianny, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 456-458.

Fattovich, R. (2003). From artifact to landscape: A theoretical approach to a simulated reconstruction of historical processes in ancient Ethiopia. The reconstruction of archaeological landscapes through digital technologies. Proceedings of the First Italy - USA Workshop (Boston, Nov 1-3 2001). Forte, M. i Addison, A. C. Oxford, BAR. 1151: 59-70.

Fernández, L. A. (1999). Museología y museografía. Cultura Artística, 16. Barcelona, Ediciones del Serbal.

Fernández Ochoa, C. i García Díaz, P. (2002). Las termas romanas de Campo Valdés (Gijón): presentación didáctica y actualización tecnológica. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 270-274.

Fernández Ruiz, J. A. (2002). Fundamentos y metodología de la maquetación digital de la mezquita almohade de Sevilla. Magna Hispalensis (I): Recuperación de la aljama almohade. Jiménez Martín, A. Sevilla, Aula Hernán ruiz. Cabildo Metropolitano. I: 23-32.

Fernández Ruiz, J. A. i González Garrido, M. (2002). La representación gráfica del patrimonio desaparecido: el patio del crucero del alcázar de Sevilla. EGA 2002, La Coruña.

Ferrington, G. i Lodge, K. (1992). "Virtual reality: a new learning environment." The computing teacher 19(7): 16-19.

Filippini Fantoni, S. (2003). Personalization through IT in Museums. Does it really work? The case of the marble museum website. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Fink, A. (1995a). How to analyze survey data. The survey kit, 8. Thousand Oaks, SAGE Publications.

Fink, A. (1995b). How to ask survey questions. The survey kit, 2. Thousand Oaks, SAGE Publications.

Fink, A. (1995c). How to design surveys. The survey kit, 5. Thousand Oaks, SAGE Publications.

Fink, A. (1995d). How to sample in surveys. The survey kit, 6. Thousand Oaks, SAGE Publications.

Fink, A. (1995e). The survey handbook. The survey kit, 1. Thousand Oaks, SAGE Publications.

Finke, R. A. (1989). Principles of mental imagery. Cambridge, MA, The MIT Press.

Fischler, M. A. i Firschein, O. (1987). Intelligence. The Eye, the Brain and the Computer. USA, Addison-Wesley.

Flannery, K. (1975). La evolución cultural de las civilizaciones. Barcelona, Anagrama.

Flannery, K. V. (1968). Archeological systems and Early Mesoamerica. Anthropological Archeology in the Americas. Meggers, B. J. Washington, Anthropological Society of Washington: 67-87.

Flon, E. (2002). Interpretation of Archaeological Remains through Virtual Reality: Perceptions of the Visitors. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 225-228.

Fodor, J., Ed. (1983). The modularity of mind, The Mit Press.

Forte, M. (2000). About Virtual Archaeology: disorders, cognitive interactions and virtuality. Virtual Reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Forte, M. (2002). Archaeology and Territorial "Musealisation": the Virtual-Cognitive Reconstruction of Archaeological Landscapes. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST2000 Euroconference held in Arezzo, November 2000. Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress.

Forte, M. (2003). Mindscape: ecological thinking, cyber-anthropology and virtual archaeological landscapes. The reconstruction of archaeological landscapes through digital technologies. Proceedings of the First Italy - USA Workshop (Boston, Nov 1-3 2001). Forte, M. i Addison, A. C. Oxford, BAR. 1151: 95-108.

Forte, M. (2004). "Realtà virtuale, beni culturali e cibernetica: un approccio ecosistemico."

Forte, M. (en prensa). Communicating the "Virtual". International Conference "New Technologies and Local Development". Proceedings of the Ename Chapter. The Ename Center, Ghent 11-13 September 2002. Ghent.

Forte, M. i Franzoni, M. (1998). "Il museo virtuale: comunicazione e metafore." Sistemi Intelligenti Anno X(2): 193-240.

Forte, M. i Guidazzoli, A. (1996). Archaeology, GIS and desktop virtual reality: the ARCTOS project. Interfacing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1995. Kamermans, H. i Fennema, K. Leiden, University of Leiden. 28.

Forte, M., Pescarin, S., *et al.* (2004). The Multimedia Room of the Scrovegni Chappel: a Virtual Heritage Project. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 529-532.

Forte, M., Pietroni, E., *et al.* (2002). Musealizzare il virtuale: il progetto di allestimento multi-interattivo per la Cappella degli Scrovegni: <http://www.mlib.cnr.it/vhn/SitoScrovegni/MusealizzVirtuale.htm>. (1/7/2002).

Forte, M., Pietroni, E., *et al.* (2001). DVR-Pompei Project: Reconstructions of Archaeological Contexts in Desktop-OpenGL Environments. Proceedings. Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Enhanced Realities: Augmented and Unplugged. Thwaites, H. i Addison, A. C. Los Alamitos, California, IEEE Computer Society.

Foster, S. F. (1986). "Ten principles of learning revised in accordance with cognitive psychology: with implications for teaching." Educational Psychologist 21(3): 235-243.

Frischer, B., Niccolucci, F., *et al.* (2000). From CVR to CVRO: The Past, Present, and Future of Cultural Virtual Reality. Virtual Archaeology between Scientific Research and Territorial Marketing. Proceedings of the VAST EuroConference, Arezzo, Italy.

Fritz, J. M. i Plog, F. T. (1970). "The nature of archaeological explanation." American Antiquity 35(4): 405-412.

Fuldain, J. J. (2002). Aloria, reconstrucció virtual en Internet i en vídeo. Possibilitats que ofereix la infografia per acostar un jaciment al públic. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 275-279.

Fullea, F. (1987). Programació de la visita escolar a los museos. pràctica Educativa, 47. Madrid, Editorial Escuela Española.

Furness, T. A., Winn, W., *et al.* (1998). The impact of three dimensional immersive virtual environments on modern Pedagogy. Global change, VR and learning. Report of workshops held in May and June 1997 at the University of Loughborough, England. National Science Foundation. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-97-32>.

Gagné, R. M. (1977). The conditions of learning. New York, Holt, Rinehart & Winston, Inc.

Galani, A. (2003). Mixed reality Museum Visits: using new technologies to support co-visiting for local and remote visitors. Museological Review. Leicester, Department of Museum Studies. Special issue 10, spring: 1-17.

Galani, A. i Chalmers, M. (2003). Far away is close at hand: shared mixed reality museum experiences for local and remote museum companions. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Gallay, A. (2002). Maîtriser l'analogie ethnographique: espoirs et limites. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Commission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 79-100.

García Blanco, A. (1988). Didáctica del museo. El descubrimiento de los objetos. Proyecto didáctico Quirón. Madrid, Ediciones de la Torre.

García Blanco, A. (1999). La exposición. Un medio de comunicación. Arte y Estética, 55. Madrid, Ediciones Akal.

García-Albea, J. E. (1999). Algunas notas introductorias al estudio de la percepción. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 179-200.

Gardin, J. C. (1990). The structure of archaeological theories. Mathematics and Information Science in Archaeology. A flexible framework. Voorrips, A. Bonn, Holos. 3: 7-28.

Gardner, H. (1990). Developing the spectrum of human intelligences. Cognition, Curriculum and Literacy. Hedley, C., Houtz, J. i Barratta, A. Norwood, New Jersey, Ablex Publishing Corporation.

Gershon, N. (1999). "Knowing what we don't know; how to visualize an imperfect world." Computer Graphics 33(3): 39-41.

Gibson, J. J. (1950). The perception of the visual world. Boston.

Gillani, G. (2002). Los mosaicos de la villa romana de Almenara de Adaja-Puras (Valladolid) y su documentación gráfica mediante fotogrametría digital. II Congrés internacional sobre museització de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 301-307.

Gillings, M. i Goodrick, G. (1996). "Sensuous and Reflexive GIS. Exploring Visualisation and VRML." Internet Archaeology 1(Autumn 1996): http://intarch.ac.uk/journal/issue1/gillings_toc.html.

Gilliver, R. S., Randall, B., *et al.* (1998). "Learning in cyberspace: shaping the future." Journal of Computer Assisted Learning 14: 212-222.

Ginzburg, C. (1999). Indicios. Raíces de un paradigma de inferencias indiciales. Mitos, emblemas, indicios. Morfología e historia. Barcelona, Editorial Gedisa: 138-175.

Gioseffi, D. (1980). Prospettiva e semiologia. La prospettiva rinascimentale: codificazioni e trasgressioni. Dalai Emiliani, M. Florència, Centro Di. I: 157.

Giró, C. (2003). Cómo jugar en la era de la tecnología. La Vanguardia. Barcelona: 54-58.

Glowczeski, B. (2003). La pensée en réseau dans les systèmes cognitifs autochtones: produire du multimedia et des films interactifs en anthropologie. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Gluzinski, W. (1985). Originals versus substitutes. Originaux et objets substitutifs dans les musées. 2: 41-47.

Gnivecki, P. (1987). On the Quantitative Derivation of Household Spatial Organization from Archaeological Residues in Ancient Mesopotamia. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 176-236.

Godfrey, F. (2002). How do visitors learn from interactives? Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Gómez Robles, L. i Fernández Ruiz, J. A. (2003). Digital model of the historic centre of Granada. Vision Techniques for Digital and Archaeological Archives. Ancona.

Gooch, A. i Gooch, B. (2001a). Interactive Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. Siggraph 99 Course Notes. Gooch, A. i Gooch, B.: Secció 10.

Gooch, A. i Gooch, B. (2001b). Using Non-Photorealistic Rendering to communicate shape. Non-Photorealistic Rendering. Siggraph 99 Course Notes. Gooch, A. i Gooch, B.: Secció 8.

Gooch, A. i Willemsen, P. (2002). Evaluating Space Perception in NPR Immersive Environments. Proceedings of the 2nd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 3-5 Juny 2002. Nova York, ACM Press: 105-110.

Gordon, I. E. (1977). Theories of Visual Perception. Chichester, Wiley.

Gordon, S. (1999). The virtual museum - who needs it? Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Gottesdiener, H. (1987). Evaluer l'exposition: définition, méthode et bibliographie sélective commentée d'études d'évaluation. La Documentation Française. Paris, Expo Media, Ministère de la Culture et de la Communication, Direction de l'Administration Générale et de l'Environnement Culturel, Département d'Etudes et de la Prospective.

Gozalbes, E. (1995). Arqueología del entorno y enseñanza secundaria. Hespérides. XV Coloquio metodológico-didáctico. Jerez. Separata: 249-260.

Grace, R. (1991). Chaos in Prehistory. UIO. [www: www.hf.uio.no/iakn/roger/lithic/CHAOS/chaoscon.html](http://www.hf.uio.no/iakn/roger/lithic/CHAOS/chaoscon.html). (28-2-1997).

Graf, B. (1994). Visitor Studies in Germany: methods and examples. Towards the Museum of the futures. New european perspectives. Miles, R. S. i Zavala, L. London, Routledge: 75-80.

Granollers, T., Lorés, J., *et al.* (2002). Análisis y diseño de una visita guiada a la Fortaleza de Arbeca en realidad aumentada. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 265-269.

Green, S. (1999). Introduction to Non-Photorealistic Rendering. Non-Photorealistic Rendering. SIGGRAPH 99 Course 17. Green, S. Los Angeles: 192.

Grellert, M. (2004). New Forms of Cultural Remembrance in the Age of Digital Media. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 208-211.

Griggs, S. A. i Alt, M. B. (1982). "Visitors to the British Museum (Natural History) in 1980 and 1981." Museums Journal 82(3): 149-156.

Guidazzoli, A. (2002). Experiences of Immersive Graphics for Cultural Heritage. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 89-92.

Gunder Frank, A. (1993). "Bronze Age World System Cycles." Current Anthropology 34(4).

Gutiérrez, D., Serón, F. J., *et al.* (2004). "Archaeological and cultural heritage: bringing life to an unearthed Muslim suburb in an immersive environment." Journal of Cultural Heritage 5(2004): 63-74.

Gyselinck, V., Ehrlich, M. F., *et al.* (2000). "Visuospatial working memory in learning from multimedia systems." Journal of Computer Assisted Learning 16: 166-176.

Hall, M. (1987). On display. A design grammar of museums exhibitions. Londres, Lund Humphries.

Ham, S. H. (1994). Cognitive psychology and interpretation: synthesis and application. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 107-117.

Hamm, L. (1986). Lire des images. Pratique pédagogique, 64. Paris, Armand Colin Éditeur.

Harper, B., Hedberg, J. G., *et al.* (2000a). Employing cognitive tools within interactive multimedia applications. Computers as cognitive tools: the next generation. Lajoie, S. P. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum: capítulo 9.

Harper, B., Hedberg, J. G., *et al.* (2000b). "Who benefits from virtuality?" Computers & Education 34(3/4): 163-176.

Hatzipanagos, S. (1997). Fidelity and complexity: multimedia motion in action. Proceedings of CAL97. Exeter: <http://www.media.uwe.uk/masoud/cal-97/papers/hatzip.htm> (3-8-2003).

Hayward, T. (1993). Adventures in virtual reality. Carmel, Que, Prentice Hall.

Heath, C. i vom Lehn, D. (2002). Misconstruing interactivity. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.

Hedberg, J. G. i Alexander, S. (1994). "Virtual reality in education: defining researchable issues." Educational Media International 31(4): 214-223.

Hedberg, J. G. i Harper, B. (1998). Supporting ill-structured problem solving in interactive multimedia learning environments. Proceedings of ICCE'98. Chan, T. W., Collins, A. i Lin, J. Beijing/Heidelberg, China Higher Education Press / Springer-Verlag. 1: 701-706.

Heeter, C. (2000). "Interactivity in the context of designed experiences." Journal of Interactive Advertising 1(1): <http://www.jiad.org/vol1/no1/heeter/>.

Heim, M. (1993). The metaphysics of virtual reality. New York, Oxford University Press.

Hein, G. E. (1995). Evaluating teaching and learning in museums. Museum, Media, Message. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 189-203.

Helsel, S. K. (1992). "Virtual Reality and Education." Educational Technology 32(5): 38-42.

Hempel, C. (1979). La explicación científica. Buenos Aires, Paidós.

Henri, F. i Pudelko, B. (2003). "Understanding and analysing activity and learning in virtual communities." Journal of Computer Assisted Learning 19: 474-487.

Henson, D. (2004). Archaeology and education: constructing the past. Arqueologia i Ensenyament. González Marcén, P. Barcelona, UAB. 5.

Herbert, D. T. (1995). Heritage Places, Leisure and Tourism. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 1-20.

Hermon, S., Niccolucci, F., *et al.* (2005). Some evaluations on the potential impact of Virtual Reality on the archaeological scientific research. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 105-114.

Hernàndez Cardona, F. X. (1998a). La didàctica en els espais de presentació del patrimoni. Consideracions epistemològiques. II Seminari d'Arqueologia i Ensenyament. González Marcén, P. Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona. 5: 139-149.

Hernàndez Cardona, F. X. (1998b). "Museología y didáctica. Consideraciones epistemológicas." Iber 15: 31-37.

Hernàndez Cardona, F. X. (2003). El patrimonio como recurso en la enseñanza de las Ciencias Sociales. El patrimonio y la didáctica de las Ciencias Sociales. Ballesteros Arranz, E., Fernández Fernández, C., Molina Ruiz, J. A. i Moreno Benito, P. Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha: 455-466.

Hernández Hernández, F. (1998). El museo como espacio de comunicación. Biblioteconomía y administración cultural, 16. Gijón, Ediciones Trea.

Hevern, V. W. (2004). Narrative psychology: Internet and resource guide. Le Moyne College: http://web.lemoyne.edu/~hevern/nr-theorists/bruner_jerome_s.html. (19-10-2004).

Hill, P. D. (1996). Así se crea Realidad Virtual. Libros de creación audiovisual. Barcelona, Rosal Jai.

Hitchcock, R. (1987). Sedentism and Site Structure: Organisation Changes in Kalahari Basarwa Residential Locations. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 374-424.

Hodder, I. (1988). Interpretación en Arqueología. Barcelona, Crítica.

Hodder, I. (1990). Análisis espacial en Arqueología. Barcelona, Crítica.

- Hodder, I. (1999). The archaeological process. An introduction. Oxford, Blackwell Publishers.
- Hodge, R. i D'Souza, W. (1994). The museum as a communicator: a semiotic analysis of the Western Australian Gallery, Perth. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 37-46.
- Holway, E. i Boring, E. G. (1941). "Determinants of aparent visual size with distance variant." American Journal of Psychology 54: 21-37.
- Hooper-Greenhill, E. (1989). The Museum in the Disciplinary Society. Museum Studies in Material Culture. Pearce, S. M. Leicester, Leicester University Press: 62-72.
- Hooper-Greenhill, E. (1994a). Museum education: past, present and future. Towards the Museum of the futures. New european perspectives. Miles, R. S. i Zavala, L. London, Routledge: 133-149.
- Hooper-Greenhill, E. (1994b). A new communication model for museums. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 17-26.
- Hooper-Greenhill, E. (1994c). Who goes to the museums? The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 47-60.
- Hooper-Greenhill, E. (1998). Los museos y sus visitantes. Biblioteconomía y Administración Cultural, 17. Gijón, Ediciones Trea.
- Hoppe, H. U., Joiner, R., *et al.* (2003). "Guest editorial: Wireless and mobile technologies in education." Journal of Computer Assisted Learning 19: 255-259.
- Horne, D. (1992). "Reading" museums. Museums 2000. Politics, people, professionals and profit. Boylan, P. J. London, Museums Association in conjunction with Routledge: 63-83.
- Hsi, H. (2003). "A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum." Journal of Computer Assisted Learning 19: 308-379.
- Huff, C. (1996). "Gender, computer assisted learning and anxiety: with a little help from a friend." Journal of Educational Computing Research 15(1): 65-69.
- Hunter, J. M. (1957). Memory. Facts and Fallacies. Baltimore, Penguin.
- Ibáñez , A., Correa, J. M., *et al.* (2003). Museos e internet en el País Vasco: ¿contextos de aprendizaje? El patrimonio y la didáctica de las Ciencias Sociales. Moreno Benito, P. Cuenca, UCLM: 429-441.
- Ingle, M. (1994). Pupil's perceptions of museum education sessions. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 316-323.

Isdale, J. (1998). What Is Virtual Reality? Faculty of Computer Sciences and Engineering, De Montfort University. internet: <http://www.cms.dmu.ac.uk/~cph/VR/whatisvr.html>. (10-7-2002).

Jackson, R. L. i Fagan, E. (2000). Collaboration and Learning within Immersive Virtual Reality. Proceedings of the 3rd International Conference on Collaborative Virtual Environments. Nova York, ACM Press: 83-92.

Jacobson, L. (1994). Garage virtual reality. Indianapolis, Sams Publishing, Prentice Hall.

Jacobson, R. (1995). Virtual Worlds: Spatial Interfaces for Spatial Technology. The Electronic Atlas Newsletter. revista digital, www. (27-9-2004).

Jacquart, H. (1988). Qui? Quoi? Comment? ou la pratique des sondages. Paris, Eyrolles.

James, S. (1999). Imag(in)ing the Past: The Politics and Practicalities of Reconstructions in the Museum Gallery. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 117-135.

Jenkinson, P. (1989). Material Culture, People's History and Populism: Where Do We Go from Here? Museum Studies in Material Culture. Pearce, S. M. Leicester, Leicester University Press: 139-152.

Jensen, N. (1994). Children, teenagers and adults in museums: a developmental perspective. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 269-274.

Jerem, E., Mester, Z., *et al.* (2004). Back to the Szeletians -a museum project for virtual and real Prehistoric tour in NE Hungary. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227.

Johnson, A. E., Roussou, M., *et al.* (1998). The NICE Project: learning together in a virtual world. Proceedings VRAIS'98: 176-183.

Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Cambridge, Cambridge University Press.

Jovet, V. (2003). Le multimedia dans l'exposition: la double problématique de l'appropriation et de l'intégration d'un media marginal. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Junco, A. (2002). "El constructivismo en la enseñanza de la historia: un enorme reto." Iber 31(gener 2002): 79-85.

Kadobayashi, R. (1999). VisTa: an interactive visualisation tool for archaeological data. Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Kadobayashi, R. (2000). Immersive walk-through experience of Japanese ancient villages with the vista-walk system. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Kalawsky, R. S. (1993). The Science of Virtual Reality and Virtual Environments. A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments. USA, Addison-Wesley.

Kantner, J. (2000). Realism vs reality: creating virtual reconstructions of prehistoric architecture. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Kaplan, F. E. S. (1994). Introduction. Museums and the making of "Ourselves". The role of objects in national identity. Kaplan, F. E. S. London, Leicester University Press: 1-15.

Karasavvidis, I., Pieters, J. M., *et al.* (2003). "Exploring the mechanisms through which computers contribute to learning." Journal of Computer Assisted Learning 19: 115-128.

Karp, I., Mullen Kreamer, C., *et al.* (1992). Museums and Communities. The politics of Public Culture. Washington, Smithsonian Institution Press.

Kelman, I. (1995). Responsive evaluation in museum education. Museum, Media, Message. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 204-212.

Kent, S. (1987). Understanding the Use of Space: an Ethnoarchaeological Approach. Method and Theory for Activity Area Research. An Ethnoarchaeological Approach. Kent, S. New York, Columbia University Press: 1-63.

Kidd, J. S. (1958). "Social influence phenomena in a task-oriented group situation." Journal of Abnormal and Social Psychology 56(1): 13-17.

Kieras, D. (1978). "Beyond pictures and words: alternative information-processing models for imagery effects in verbal memory." Psychological Bulletin 85(532-554).

Klatzky, R. L. i Lederman, S. J. (2000). Touch. Experimental Psychology. Healy, A. F. i Proctor, R. W. Nova York, Wiley. 4: 147-176.

Klopfer, E., Yoon, S., *et al.* (2004). "Comparative analysis of Palm and wearable computers for participatory simulations." Journal of Computer Assisted Learning 20: 347-359.

Knez, E. I. i Wright, G. (1970). "The museum as a communication system: an assessment of Cameron's viewpoint." Curator 13(3): 204-212.

Knipp, T. (2003). Design education in the era of technology: considering visual perception. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

- Koester, S. E. (1993). Interactive Multimedia in American Museums. Archives and Museum Informatics, Technical Report, 16.
- Kogan, N. (1981). Las implicaciones de los estilos cognitivos en la educación. La psicología de la práctica educativa. Lesser, G. S. Mèxic, Trillas: 303-366.
- Kosko, B. (1995). Pensamiento borroso. La nueva ciencia de la lógica borrosa. Barcelona, Grijalbo/Mondadori.
- Kosslyn, S. M. i Pomerantz, J. R. (1986). Imágenes, proposiciones y la forma de las representaciones internas. Percepción y computación. García-Albea, J. E. Madrid, Ediciones Pirámide: 187-212.
- Kristiansen, K. (1996). "Old boundaries and new frontiers: reflections on the identity of Archaeology." Current Swedish Archaeology 4: 103-122.
- Kuittinen, M. (1998). "Criteria for evaluating CAI applications." Computers & Education 31(1): 1-16.
- Lee, H., Park, S.-T., *et al.* (2005). Students' understanding of astronomical concepts enhanced by an immersive Virtual Reality system (IVRS). 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education. Caceres. Recent Research Developments in Learning Technologies.
- Lee, S. i Heller, R. (1997). "Use of a keystroke log file to evaluate an interactive computer system in a museum setting." Computers & Education 29(2/3): 89-101.
- Leslie, A. M. (1984). "Spatiotemporal continuity and the perception of causality in infants." Perception 13: 287-305.
- Lévy, P. (1995). Qu'est ce que le virtuel? Paris, La Découverte.
- Lévy, P. (1999). Ciberespai i cibercultura. UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum1/levy/ciberespai_cat.htm. (25-1-2002).
- Lewin, C. (1995). Test Driving CARS: adressing the issues in the evaluation of computer assisted reading software. Proceedings of International Conference on Computers in Education: 452-459.
- Light, D. (1995). Heritage as Informal Education. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 117-145.
- Liguori, M. C., Guidazzoli, A., *et al.* (2004). Augmented Culture: Historical Environments for Captivating Educational TV programs. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 183-186.
- Lillo, J. (1993). Psicología de la percepción. Psicología. Madrid, Debate.

Lim, C. P. (2001). "Visualisation and animation in a CAL package: anchors or misconceptions?" Journal of Computer Assisted Learning 17: 206-216.

Linton, M. (1975). Memory for real-world events. Explorations in Cognition. Norman, D. A. i Rumelhart, D. E., Freeman.

Litwin, M. S. (1995). How to measure survey reliability and validity. The survey kit, 7. Thousand Oaks, SAGE Publications.

Lledó, M., Gutiérrez, G., *et al.* (2002). Les termes romanes de Sant Boi de Llobregat: una interpretació virtual. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 292-295.

Lockhart, R. S. (1968). "Stimulus selection and meaningfulness of paired-associate learning with stimulus items of high formal similarity." Journal of Experimental Psychology 78(2): 242-246.

Lockhead, G. R. (1972). "Processing dimensional stimuli: a note." Psychological Review 79(5): 410-419.

Loeffler, C. E. (1994). The Networked Virtual Art Museum and other projects. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 31-37.

Loftin, B., Engelberg, M., *et al.* (1993). Applying Virtual Reality in Education: a prototypical virtual physics laboratory. Proceedings of IEEE Symposium on Research Frontiers in Virtual Reality. San José, CA.

López de Lacalle, S. (2000). Teoría del caos: hacia el conocimiento de la realidad. Instituto de Astrofísica de Canarias. WWW: <http://www.iac.es/gabinete/difus/ciencia/silbia/caos.htm>. (5-4-2005).

Lowe, A. (2005). The Development of specially designed Hardware and Software for the recording of fragile objects and large scale heritage sites in two and three dimensions. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 765-769.

Luckin, R., Connolly, D., *et al.* (2003). "Children's interactions with interactive toy technology." Journal of Computer Assisted Learning 19: 165-176.

Luria, A. R. (1973). The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology. New York, Basic Books.

Mack, A. (1986). Perceptual aspects of motion in the frontal plane. Handbook of Perception and Human Performance. Boff, K. R., Kauffman, L. i Thomas, J. P. Nova York, John Wiley and Sons. I: Sensory Processes and Perception: 17-1/17-39.

MacLean, P. D. (1973). A Triune Concept of Brain and Behaviour. Toronto, University of Toronto Press.

- Maiche, A. (2004). *Sobre Psicología de la percepción*. Bellaterra. Conversa: 19-3-2004.
- Malavasi, M., Sforza, F., *et al.* (2002). On-site Cultural Heritage Discovery and Fruition with MUSE: a Mobile Multimedia Interactive System. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 231-233.
- Maldonado, T. (1994). Lo real y lo virtual. Barcelona, Gedisa Editorial.
- Malerczyk, C., Dähne, P., *et al.* (2005). Exploring digitized artworks by pointing posture recognition. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 113-119.
- Mallas, S. (1979). Medios audiovisuales y pedagogía activa. Barcelona, Ediciones CEAC.
- Mantovani, F. (2001). VR Learning: potential and challenges for the use of 3D environments in education and training. Towards CyberPsychology: mind, cognitions and society in the Internet Age. Riva, G. i Galimberti, C. Amsterdam, IOS Press: 207-226.
- Mantovani, G. (1995). "Virtual reality as a communication environment: consensual hallucination, fiction, and possible selves." Human relations 48: 669-683.
- Marías, J. (1941). Historia de la filosofía. Alianza Universidad Textos, 92. Salamanca, Alianza Editorial.
- Marqués, P. (1995). Software educativo. Guía de uso y metodología de diseño. Barcelona, Estel.
- Marr, D. (1986). La visión. Madrid, Alianza Editorial.
- Marshall, M. (2000). History and Systems of Psychology. Marshall University Graduate School: <http://www.webrenovators.com/psych/CognitivePsychology.htm>. (19-10-2004).
- Martín, F. (1994). Reflexiones en torno al museo en la actualidad. Laboratorio de Arte, 7. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- Maschke, K. L. (2001). Robert Gagné's instructional design approach. GSU. Internet: <http://www2.gsu.edu/~mstsw/courses/it7000/papers/robert.htm>. (4-2-2005).
- Maton-Howarth, M. (1990). Knowing objects through an alternative learning system: The philosophy, design and implementation of an interactive learning system for use in museums and heritage institutions. Objects of Knowledge. Pearce, S. Atlantic Highlands NJ, The Athlone Press.

Maturana, H. i Varela, F., Eds. (1980). Autopoiesis and cognition: the realization of the living. Boston studies in the Philosophy of Science. Dordrecht (Holanda), D. Reidel Publishing Co.

Maxim, G. W. (1987). Social Studies and the Elementary School Child. Columbus, Ohio, Merrill.

Mayer, R. E. i Sims, V. K. (1994). "From whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning." Journal of Educational Psychology 86(3): 389-401.

Mayor, J. i Moñivas, A. (1992a). Representación e imágenes mentales: I, La representación mental. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 409-511.

Mayor, J. i Moñivas, A. (1992b). Representación mental e imágenes mentales: II, Las imágenes mentales. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 531-593.

Mazur, J. M. i Jaynes, C. (2002). Deploying new tools for investigating collaboration in immersive, non-restrictive environments - The Metaverse Situational Tracker. 29th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. San Antonio, Texas.

McCarthy, R. (1989). "Multimedia: what the excitement's all about." Electronic Learning June: 26-31.

McGinnies, E. (1949). "Emotionality and perceptual defense." Psychological Review 56: 244-251.

McGlade, J. (1999). "Arqueología, dinámica no lineal y discurso histórico." Trabajos de Prehistoria 56(2): 5-18.

McLuhan, M. (1996). Comprender los medios de comunicación: las extensiones del ser humano. Comunicación. Barcelona, Paidós.

McManus, P. (1991). Towards Understanding the Needs of Museum Visitors. The Manual of Museum Planning. Dexter Lord, G. i Lord, B. London, HMSO: 35-52.

McManus, P. (1994). Families in museums. Towards the Museum of the futures. New european perspectives. Miles, R. S. i Zavala, L. London, Routledge: 81-97.

Meister, M. i Boss, M. (2004). On using state of the art Computer Game Engines to visualise archaeological structures in interactive teaching and research. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 505-509.

Melero, F. J., Cano, P., *et al.* (2005). Progressive transmission of large archaeological models. Beyond the artifact. CAA2004. Niccolucci, F. Oxford, BAR International Series: en prensa.

Mellet-d'Huart, D. (2004). De l'intention à l'attention. Contribution à une démarche de conception d'environnements virtuels pour apprendre à partir d'un modèle de l'(en)action. Tesi doctoral. Laboratoire d'Informatique, Faculté des Sciences, Université du Maine. Le Mans.

Merickel, M. L. (1990). "The Creative Technologies Project: will training in 2D/3D graphics enhance kid's cognitive skills?" T.H.E. Journal December: 55-58.

Merickel, M. L. (1991). "A study of the relationship between perceived realism and the ability of children to create, manipulate and utilize mental images in solving problems (problem-solving, creativity)." Dissertation Abstracts International 52(1719A).

Merriman, N. (1989a). Museum Visiting as a Cultural Phenomenon. The New Museology. Vergo, P. London, Reaktion Books: 149-171.

Merriman, N. (1989b). The Social Basis of Museum and Heritage Visiting. Museum Studies in Material Culture. Pearce, S. M. Leicester, Leicester University Press: 153-171.

Michotte, A. (1946). La perception de la causalité. Lovaina.

Miles, R. S. (1985). Exhibitions: management, for a change. The management of change in museums. Cossons, N. Londres, National Maritime Museum: 31-33.

Miles, R. S. i Tout, A. F. (1994a). Impact of research on the approach to the visiting public at the Natural History Museum, London. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 101-106.

Miles, R. S. i Tout, A. F. (1994b). Outline of a technology for effective science exhibits. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 87-100.

Milgram, P. i Kishino, F. (1994). "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays." IEICE Transactions on Information Systems E77-D(12): 1321-1329.

Milgram, P. i Takemura, H. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. SPIE Proceedings: Telemanipulator and Telepresence Technologies, H. Das.

Mitchell, T. J. F., Chen, S. Y., *et al.* (2005). "Hypermedia learning and prior knowledge: domain expertise vs system expertise." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 53-64.

Moles, A., Ed. (1975). La comunicación y los mass-media. Bilbao, El Mensajero.

Monereo, C. (2002). El asesoramiento en el ámbito de las estrategias de aprendizaje. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 15-62.

- Montpetit, R. (1996). "Une logique d'exposition populaire: les images de la museographie analogique." Publics et Musées 9: 55-103.
- Morgan, J. i Welton, P. (1994). The process of communication. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 27-36.
- Moriné, H. i Moriné, C. (1978). El descubrimiento, un desafío a los profesores. Madrid, Santillana.
- Morrison, H., McClure, J., *et al.* (1993). "The impact of portable computers on pupil's attitudes to study." Journal of Computer Assisted Learning 9(3): 130-140.
- Mosaker, L. (2001). "Visualising historical knowledge using virtual reality technology." Digital Creativity 12(1): 1-11: <http://journalsonline.tandf.co.uk/media>.
- Moser, S. (1999). The Dilemma of Didactic Displays: Habitat Dioramas, Life-groups and Reconstructions of the Past. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 95-116.
- Mounin, G. (1985). Semiotic praxis: studies in pertinence and in the means of expression and communication. Nova York i Londres, Plenum Press.
- Munar, E. i Rosselló, J. (1999). Percepción del movimiento. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 411-446.
- Muscott, H. i Gifford, T. (1994). "Virtual reality and social skills training for students with behavioral disorders: applications, challenges and promising practices." Education and treatment of children 17: 417-434.
- Myerson, J. (2000). Está todo en la mente. M-Real. Revista digital: www.m-real.com/v2/press_club/b_colour_spanish_article_01.asp. (09/03/04).
- Neal, A. (1987). Help for the small Museum: Handbook of exhibit ideas and methods. Boulder, Colorado, Pruett Publishing Company.
- Neisser, U. (1978). "Anticipations, images and introspections." Cognition 6: 169-174.
- Neuman, D. (1989). "Computer based education for learning disabled students; teacher's perceptions and behaviors." Journal of Special Education Technology 9(3): 156-166.
- NG, K. H. (2002). Mixed Reality interaction for group experience. Master of Research Dissertation. School of Computer of Computer Science and Information Technologies, The University of Nottingham. Nottingham: <http://www.cs.nott.ac.uk/~khn/mixedrealityinteraction.pdf>.
- Nichols, S. K., Ed. (1990). Visitors Survey: A user's Manual. Professional Practice Series. Washington D.C., AAM's Technical Information Service.
- Nicholson, P. T. (2001). "Three-dimensional imaging in Archaeology: its history and future." Antiquity 75: 402-409.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1996). "Effectiveness of virtual environment desensitization in the treatment of agoraphobia." Presence 5: 346-352.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1997). "Virtual environment psychotherapy: a case study of fear of flying disorder." Presence 6: 127-132.

North, M. N., North, S. M., *et al.* (1998). Virtual environments in Clinical Psychology and Neuroscience. Riva, G., Wiederhold, B. K. i Molinari, E. Amsterdam, IOS.

Novak, J. D. (1986). Teoría y práctica de la educación. Madrid, Alianza.

Oliver, R. i Omari, A. (2001). "Student responses to collaborating and learning in a web-based environment." Journal of Computer Assisted Learning 17: 34-47.

Olson, D. R. i Bialystok, E. (1983). Spatial cognition: the structure and development of mental representations of spatial relations. Hillsdale, N. J., Erlbaum.

O'Neil, M. (1991). Museums and their communities. The Manual of Museum Planning. Dexter Lord, G. i Lord, B. London, HMSO: 19-34.

Ong, W. J. (1958). Ramus method and the decay of dialogue. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

Orlandi, T. (1999). "Multimedialità e Archeologia." Archeologia e Calcolatori 10: 145-157.

Ornstein, R. E. (1969). On the experience of time. Baltimore, Penguin.

Ortiz, J. i Castillo, S. (2002). La informática gráfica como método de explicación de los restos arqueológicos. La iglesia cruciforme de la plaza del Rei y Aula episcopal. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 262-264.

Osberg, K. M. (1997). Constructivism in practice: the case for meaning-making in the virtual world. Tesi doctoral. Department of Education, University of Washington. Washington: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/osberg.rtf>.

Otero, N., Rogers, Y., *et al.* (2001). Is interactivity a good thing? Assessing its benefits for learning. Proceedings of the 9th International Conference on HCI. New Orleans, Lawrence Erlbaum: 790-794.

Owen, J. (1999). Interaction or Tokenism? The Role of "Hands-on Activities" in Museum Archaeology Displays. Making Early Histories in Museums. Merriman, N. Londres: 173-189.

Owen, R., Buhalis, D., *et al.* (2005). Visitor's evaluations of ICTs used in Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 129-136.

- Padilla, J. L., González Gómez, A., *et al.* (1998). Elaboración del cuestionario. Investigar mediante encuestas. Fundamentos teóricos y aspectos prácticos. Rojas, A. J., Fernández Prados, J. S. i Pérez Meléndez, C. Madrid, Síntesis: 115-140.
- Paivio, A. (1971). Imagery and verbal processes. Nova York, Holt, Rinehart & Winston.
- Palmer, S. E. (1975). "The effects of contextual scenes on the identification of objects." Memory and Cognition 3(5): 519-526.
- Panagiotakopoulos, C. T. i Ioannidis, G. S. (2002). "Assessing children's understanding of basic time concepts through multimedia software." Computers & Education 38(4): 331-349.
- Pantelidis, V. S. (1993). "Virtual Reality in the Classroom." Educational Technology 33(4): 23-27.
- Papageorgiou, D. (2000). Case Studies of Cultural Heritage in VR. Prospects of Augmented Reality in European Cultural Heritage Sites. Roussou, M. Peania, Intracom, S.A.: 140.
- Parkinson, B. i Hudson, P. (2002). "Extending the learning experience using the Web and a knowledge-based virtual environment." Computers & Education 38(1/3): 95-102.
- Passerini, K. i Granger, M. J. (2000). "A developmental model for distance learning using the Internet." Computers & Education 34(1): 1-15.
- Passig, D., Klein, P., *et al.* (2001). "Awareness of toddlers' initial cognitive experiences with virtual reality." Journal of Computer Assisted Learning 17: 332-344.
- Pastor, M. I. (2004). Pedagogía museística. Nuevas perspectivas y tendencias actuales. Ariel Patrimonio. Barcelona, Ariel.
- Patterson, C. H. (1977). Bases para una teoría de la enseñanza y psicología de la educación. Mèxic, El manual moderno.
- Pearce, C. (1997). Narrative Environments: Virtual reality as a Story Telling Medium. SIGGRAPH 97 Proceedings: Panel Session. San Antonio, Texas: 440-41.
- Pearce, S. M. (1992). Museums, Objects and Collections: a Cultural Study. Leicester, Leicester University Press.
- Penny, S. (1994). Virtual Reality as the completion of the Enlightenment. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 199-213.
- Perry, D. (1989). The creation and verification of a development al model for the design of a museum exhibit. Tesi doctoral, Indiana University. Indiana.

Pescarin, S., Forte, M., *et al.* (2002). Desktop Virtual Reality Systems between site and landscape. World Heritage in the Digital Age. UNESCO 30th Anniversary Virtual Congress (october-november 2002). Alexandria, Beijing, Dakar, Mexico City, Paris, Strasbourg. 2002.

Petridis, P., Pletinckx, D., *et al.* (2005). A multimodal interface for presenting and handling heritage artifacts. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 91-100.

Piaget, J. (1973). To understand is to invent: the future of education. New York, Grossman.

Piaget, J. i Inhelder, B. (1948). La représentation de l'espace chez l'enfant. Paris, PUF.

Pibernat, L. (1998). "Aproximación al análisis epistémico de las ciencias de la educación." Iber 15: 79-92.

Pimentel, K. i Teixeira, K. (1995). Virtual Reality: through the new looking glass. New York, McGraw-Hill.

Podgorny, J. (2004). Studying visitor engagement in Virtual Reality based children's Science Museum exhibits. Master of Arts program in the Social Sciences. Department of Astronomy and Astrophysics, The University of Chicago. Chicago: <http://astro.uchicago.edu/cosmus/thesis.pdf>.

Pontin, K. (1995). Evaluation of school work in the Rutland Dinosaur Gallery. Museum, Media, Message. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 223-234.

Poovey, M. (2001). Poden sobreviure les Humanitats a la formació a distància? UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum3/catala/Art_Distance_cat/index.htm. (25-1-2002).

Popper, K. (1996). El universo abierto. Un argumento en favor del indeterminismo. Post Scriptum a La lógica de la investigación científica, II. Madrid, Tecnos.

Popper, K. i Eccles, J. C. (1977). The self and its brain: an argument for interactionism. Boston, Routledge & Kegan Paul.

Pozo, J. I. (1999). "Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la Ciencia como cambio representacional." Enseñanza de las Ciencias 17(3): 513-520.

Pozo, J. I. (2002). Las estrategias de aprendizaje en el area de las Ciencias Sociales. Estrategias de aprendizaje. Monereo, C. Madrid, Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. 136: 269-294.

Pozo, J. I., Asensio, M., *et al.* (1989). Modelos de aprendizaje - enseñanza de la Historia. La enseñanza de las Ciencias Sociales. Carretero, M., Pozo, J. I. i Asensio, M. Madrid, Visor: 211-240.

Pozo, J. I. i Carretero, M. (1986). "Desarrollo cognitivo y aprendizaje escolar." Cuadernos de Pedagogía 133: 15-19.

Prentice, R. C. (1995). Heritage as Formal Education. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 146-169.

Price, H. H. (1969). Thinking and experience. Londres, Hutchinson's University Library.

Pujol, L. (2001a). Noves tècniques per explorar el passat. Proposta laboral. Servei del Patrimoni Arquitectònic Local, Diputació de Barcelona. Barcelona. biblioteca casa.

Pujol, L. (2001b). Revisió de l'estudi crono-tipològic del material ceràmic del Bronze Final del Turó del Montgròs a partir de tècniques d'Intel·ligència artificial. Treball per l'assignatura Intel·ligència Artificial en Arqueologia. Departament de Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona. treball.

Pujol, L. (2002a). Arqueologia i Realitat Virtual: una aproximació a partir de les reconstruccions virtuals als museus. Treball de Recerca de Tercer Cicle (12 crèdits). Antropologia Social i Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.

Pujol, L. (2002b). "Museus d'Arqueologia i ordinadors: les reconstruccions virtuals com a eina divulgativa." GAUSAC 21(Desembre 2002): 27-45.

Pujol, L. (2004). Archaeology, museums and Virtual Reality. UOC. Online article: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/eng/pujol0304/pujol0304.pdf>. (13-7-2004).

Pujol, L. (2005a). Interactivity in virtual and multimedia environments: a meeting point for education and ICT in archaeological museums. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 37-52.

Pujol, L. (2005b). Visita a l'Hellenic Cosmos de la Foundation of Hellenic World. Notes personals. Atenes. notes personals.

Pujol, L. (en premsa). Virtual Reality as a Learning Tool for Archaeological Museums. Beyond the artifact. Computer applications and Quantitative Methods in Archaeology 2004. Niccolucci, F. Oxford, BAR International Series.

Purcell, P. (1997). Museum 2000: a Multimedia Perspective. Imaging the Past. Electronic Imaging and Computer Graphics in Museums and Archaeology. Higgins, T., Main, P. i Lang, J. London, The British Museum. 114: 119-126.

Purkis, H. (1994). History: in hand, low-tech and cheap. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 177-1778.

Pylyshyn, Z. W. (1986). Imágenes e inteligencia artificial. Percepción y computación. García-Albea, J. E. Madrid, Ediciones Pirámide: 213-242.

- Querol, M. A. (1992). "Los mecanismos de protección del Patrimonio Arqueológico." Trabajos de Prehistoria 49: 27-34.
- Querol, M. A. i Martínez Díaz, B. (1996). La gestión del Patrimonio Arqueológico en España. Madrid, Alianza Editorial.
- Raptis, D., Tselios, N., *et al.* (2005). Context-based design of mobile applications for museums: a survey of existing practices. Proceedings of the 7th International Mobile HCI Conference. Salzburg, Austria.
- Rascón, S. (2002). El mundo en sus manos. O cómo utilizar las nuevas tecnologías en la difusión del Patrimonio Arqueológico. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 250-261.
- Ravenscroft, A. (2000). "Designing argumentation for conceptual development." Computers & Education 34(3/4): 241-255.
- Ravenscroft, A. i Matheson, M. P. (2002). "Developing and evaluating dialogue games for collaborative e-learning." Journal of Computer Assisted Learning 18(1): 93-101.
- Read, D. W. (1990). The utility of mathematical constructs in building archaeological theory. Mathematics and Information Science in Archaeology: a flexible framework. Voorrips, A. Bonn, Holos: 29-60.
- Reed, W. M. (1992). "The effects of computer based writing tasks and mode of discourse on the performance and attitudes of writers of varying abilities. Special Issue: computer use in the improvement of writing." Computers in Human Behavior 8(1): 97-119.
- Reid, D. J., Zhang, J., *et al.* (2003). "Supporting scientific discovery learning in a simulation environment." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 9-20.
- Reilly, P. (1991). Towards a virtual Archaeology. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1990. Lockyear, K. i Rahtz, S. P. Q. Oxford, Archaeopress. 565: 133-139.
- Reilly, P. (1992). Three-dimensional modelling and primary archaeological data. Archaeology and the Information Age. A global perspective. Reilly, P. i Rahtz, S. P. Q. London, Routledge: 147-176.
- Renfrew, C. (1978). "Trajectory, discontinuity and morphogenesis: the implications of catastrophe theory for archaeology." American Antiquity 43: 203-224.
- Renfrew, C. i Bahn, P. (1993). Arqueología. Teoría, métodos y práctica. Madrid, Akal.
- Renfrew, C., Dixon, J., *et al.* (1968). "Further analysis of Near Eastern obsidians." Proceedings of the Prehistoric Society 34: 319-331.

Reynolds, P. J. (1988). La difusió. El contacte de la recerca amb el públic. Arqueologia experimental. Una perspectiva de futur. Reynolds, P. J. Vic, Elmo.

Ribas, M. (1995). Públic en els museus. L'estudi de públic i l'avaluació com a eines de gestió. Museus. Documentació, 15. Barcelona, Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura. Direcció General del Patrimoni Cultural. Servei de Museus.

Riva, G., Wiederhold, B. K., *et al.*, Eds. (1998). Virtual environments in Clinical Psychology and Neuroscience. Amsterdam, Ios.

Rivera Dorado, M. (1994). "Un camello en el ojo de la aguja." Arqcrítica 8: 5-7.

Rivière, A. (1986). Razonamiento y representación. Madrid, Siglo XXI.

Rodríguez Diéguez, J. L. (1978). Las funciones de la imagen en la enseñanza. Semántica y Didáctica. Comunicación Visual. Barcelona, Editorial Gustavo Gili.

Ronen, M. i Eliahu, M. (1999). "Simulation as a home learning environment - students' views." Journal of Computer Assisted Learning 15: 258-268.

Ronen, M. i Eliahu, M. (2000). "Simulation - a bridge between theory and reality: the case of electric circuits." Journal of Computer Assisted Learning 16: 14-26.

Rosch, E. (1977). Classification of real word objects: origins and representations in cognition. Thinking: Readings in Cognitive Science. Johnson-Laird, P. N. i Wason, P. C. Cambridge, Cambridge University Press.

Rose, C. (1987). Accelerated learning. Chaminade College Preparatory. Internet: www.chaminade.org/inspire/learnst1.htm. (17-6-2004).

Rosenbaum, D. (2001). Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. Annual Review of Psychology. Versió electrònica: http://www.findarticles.com/cf_dls/m0961/2001_Annual/73232717/print.jhtml.

Rosselló, J. (1999). Selección para la percepción, selección para la acción. Atención y percepción. Munar, E., Rosselló, J. i Sánchez-Cabaco, A. Madrid, Alianza Editorial. 43: 99-150.

Roussou, M. (1999). Incorporating Immersive Projection-based Virtual Reality in Public Spaces. Proceedings of the 3rd International Immersive Projection Technology. Stuttgart: 33-39.

Roussou, M. (2002). Virtual Heritage: from the Research Lab to the Broad Public. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 93-100.

Roussou, M. (2003). Photorealism and Non-Photorealism in Virtual Heritage representation. VAST2003 and First Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Chalmers, A., Arnold, D. i Niccolucci, F., The Eurographics Association: 46-57.

Roussou, M. (2004a). Examining young learners' activity within interactive virtual environments. 3rd International Conference for Interaction, Design and Children. Maryland, ACM: 167-168.

Roussou, M. (2004b). Interactivity and conceptual learning in virtual environments for children. CHI 2004. Doctoral Consortium. Vienna: 1049-1050.

Roussou, M. (2004c). "Learning by doing and learning through play: an exploration of interactivity in virtual environments for children." ACM Computers in Entertainment 2(January): Article 1: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=973818>.

Roussou, M. (2005a). Can interactivity in virtual environments enable conceptual learning? 7th Virtual Reality International Conference. Laval, France: 57-64.

Roussou, M. (2005b). Sobre el concepte de presència. Roma. Comunicació personal: 16-11-2005.

Roussou, M. i Drettakis, G. (2005). Can VR be useful and usable in real-world contexts? Observations from the application and evaluation of VR in realistic usage conditions. 11th International Conference on HCI, First International Conference on VR. Las Vegas, Nevada.

Roussou, M., Johnson, A. E., *et al.* (1997). The NICE project: narrative, immersive, constructionist/collaborative environments for learning in Virtual Reality. Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 1997: 917-922.

Roux, V. (2002). Electronic modelisation of archaeological texts and constitution of knowledge bases. The Digital Heritage of Archaeology. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2002: comunicació.

Rovira, C. (1998). Documents hipertextuals per a entorns virtuals d'aprenentatge. UOC. internet: <http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum1/crovira/croviraf.html>. (25-1-2002).

Rowlands, M., Larsen, M., *et al.* (1987). Centre and periphery in the ancient world. Cambridge, Cambridge University Press.

Roy, P. (1989). La troisième voie. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 33-35.

Ruano, J. (1997). La predicción y la teoría del caos. Aedemo. WWW: <http://www.aedemo.es/septiembre97/privado/caos.html>. (5-4-2005).

Rueda García, M. M. i Arcos Cebrián, A. (1998). Problemas de Muestreo en Poblaciones Finitas. Granada, Grupo Editorial Universitario.

Rui Olds, A. (1994). Sending them home alive. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 76-80.

Ruiz Rodríguez, A. (2000). Travel to the time of the Iberians. Virtual reality in Archaeology. Barceló, J. A., Forte, M. i Sanders, D. H. Oxford, Archaeopress. 843: CD-ROM.

Ruiz Zapatero, G. (1994). "Arqueología y discurso político. El pasado como arma." Arqcrítica 8: 12-13.

Russell, G. (1998). "Elements and implications of a hypertext pedagogy." Computers & Education 31: 185-193.

Russo, A. i Watkins, J. (2005). Post-museum experiences: structured methods for audience engagement. Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society. Thwaites, H. Gant, Bèlgica, International Society on Virtual Systems and Multimedia: 173-182.

Ryan, N. (2002). Back to Reality: Augmented Reality from Field Survey to Tourist Guide. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 45-52.

Sabloff, J. A. i Willey, G. R. (1967). "The collapse of Maya civilization in the southern lowlands: a consideration of history and process." Southwestern Journal of Anthropology 23: 311-336.

Salzman, M. C., Dede, C., *et al.* (1999). "A model for understanding how Virtual Reality aids complex conceptual learning." Presence 8(3): 293-316.

San Roman, L. (1992). Politics and the role of museums in the rescue of identity. Museums 2000. Politics, people, professionals and profit. Boylan, P. J. London, Museums Association in conjunction with Routledge: 25-41.

Sancho, M. (2001). El castell de Mur virtual. UOC. internet: http://campus.uoc.es/humfil/digithum/digithum3/catala/Art_Sancho/index.htm. (25-1-2002).

Sancho, M., Vinyoles, T., *et al.* (2002). Las TIC como herramientas de investigación, divulgación y docencia: el ejemplo del CD sobre el castillo de Mur. II Congrés internacional sobre museïtzació de jaciments arqueològics. Nous conceptes i estratègies de gestió i comunicació. Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat: 296-300.

Sanders, D. H. (2001). Persuade or Perish: Moving Virtual Heritage beyond Pretty Pictures of the Past. Proceedings. Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Enhanced Realities: Augmented and Unplugged. Thwaites, H. i Addison, A. C. Los Alamitos, California, IEEE Computer Society: 236-245.

Sanders, D. H. (2002). Virtual Archaeology and Museums: Where Are the Exhibits? Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 187-194.

Santacana, J. (1998). "Museos, ¿al servicio de quién?" Iber 15: 39-49.

Santacana, J. i Serrat, N., Eds. (2005). Museografía didáctica. Ariel Patrimonio. Barcelona, Ariel.

Santella, A. i DeCarlo, D. (2004). Visual Interest and NPR: an evaluation and manifesto. Proceedings of the 3rd International Symposium on NPR animation and rendering, Annecy, 7-9 Juny 2004. Nova York, ACM Press: 71-79.

Sauer, S. (2003). DinoHunter: game based learn experience in museums. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Scanlon, E., Tosunoglu, C., *et al.* (1998). "Learning with computers: experiences of evaluation." Computers & Education 30(1/2): 9-14.

Schadla-Hall, T. (2002). "Expliquem "com va ser" o expliquem "com ho sabem"? Un repte per als museus del s. XXI." GAUSAC 21: 19-25.

Schaff, A. (1966). Introducción a la semántica. Mèxic, Fondo de Cultura Económica.

Schiele, B. i Boucher, L. (1994). Some processes particular to the scientific exhibition. Towards the Museum of the futures. New european perspectives. Miles, R. S. i Zavala, L. London, Routledge: 117-191.

Schouten, F. F. J. (1995). Heritage as Historical Reality. Heritage, Tourism & Society. Herbert, D. T. London, Mansell: 21-31.

Schramm, W., Ed. (1954). The process and effects of mass communication. Chicago, University of Illinois Press.

Schroeder, R. (1996). Possible worlds: the social dynamic of virtual reality technology. Boulder, Westview Press.

Schroeder, R. (1997). "Networked worlds: social aspects of multi-user virtual reality technology." Sociological Research Online 2: <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/4/5.html>.

Schulz-Zander, R., Büchter, A., *et al.* (2002). "The role of ICT as a promoter of students' cooperation." Journal of Computer Assisted Learning 18(4): 438-448.

Schweibenz, W. (1998). The "Virtual Museum": New Perspectives for Museums to present Objects and Information Using the Internet as Knowledge Base and Communication System: www.phil.uni-sb.de/fr/infowiss/projekte/virtualmuseum/virtual_museum_ISI98.htm. (8-7-2002).

Scollar, I. (1999). Twenty five years of computer applications in Archaeology. Archaeology in the Age of Internet. Computer Applications in Archaeology. 25th Anniversary Conference. Dingwall, L. Oxford, Archaeopress. 750: CD-ROM.

Scott, S. D., Mandryk, R. L., *et al.* (2003). "Understanding children's collaborative interactions in shared environments." Journal of Computer Assisted Learning 19: 220-228.

Selwyn, N. (2000). "Researching computers and education - glimpses of the wider picture." Computers & Education 34(2): 93-101.

Serrat, N. i Iñíguez, D. (2003). "Aprentatge per descobriment." Guix 300(desembre 2003): 11-18.

Severson, J. (2001). Prospects and Challenges for Creating Historic Virtual Environments for Museum Exhibition. Proceedings. Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Enhanced Realities: Augmented and Unplugged. Thwaites, H. i Addison, A. C. Los Alamitos, California, IEEE Computer Society: 249-252.

Shannon, C. E. (1948). "The Mathematical Theory of Communication."

Shaw, G. i Marlow, N. (1999). "The role of student learning styles, gender, attitudes and perceptions on information and communication technology assisted learning." Computers & Education 33(4): 223-234.

Shaw, J. (1994). The Virtual Museum. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 27-30.

Shaw, N., Clarke, D., *et al.* (2004). Archaeology Museums & 3D: A New European International "Network of Excellence and RoadMap" Project. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford. Workshop.

Shepard, R. N. i Metzler, J. (1971). "Mental rotation of three dimensional objects." Science: 171-203.

Shettel, H. H. (1973). "Exhibits: Art Form or Educational Medium?" Museum News.

Siegel, A. W. i White, S. H. (1975). The development of spatial representation of large-scale environments. Advances in child development and behavior. Reese, H. W. Nova York, Academic Press. 10.

Sigalés, C. (2002). El potencial interactiu dels entorns virtuals d'ensenyament i aprenentatge en l'educació a distància. UOC. internet: <http://www.uoc.edu/web/cat/art/uoc/sigales0102/sigales0102.html>. (20-2).

Simoni, H. i Papagiannopoulos, K. (2000). Can Schoolchildren Digitise Their History? Computing Archaeology for Understanding the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2000. Stancic, Z. i Veljanovski, T. Oxford, Archaeopress. 931: 297-301.

Slater, M. (1999). "Measuring Presence: a response to the Witmer and Singer Presence questionnaire." Presence 8(5): 560-565.

Smith, M. K. (2000). Jerome S. Bruner and the process of education. The encyclopedia of informal education: <http://www.infed.org/thinkers/bruner.htm>. (19-10-2004).

Snow, D. R. (2002). Spatio-temporal modeling of North American Prehistory. Archeologia e calcolatori. XIV Congress of the International Union of Prehistoric and Protostoric Sciences (Liège, Belgium - September 2002). Comission IV: Data Management and Mathematical Methods in Archaeology. Proceedings of Symposia 1.3, 1.5, 1.8 & 1.10. Firenze, All'insegna del giglio. 13: 267-273.

Solanilla, L. (2002). Què volem dir quan parlem d'interactivitat? El cas dels webs dels museus d'història i arqueologia. UOC. internet: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/cat/solanilla0302/solanilla0302.html>. (22/5/2002).

Song, K. S. i Lee, W. Y. (2002). "A virtual reality application for geometry classes." Journal of Computer Assisted Learning 18: 149-156.

Sontag, S. (1973). On photography. Nova York, Farrar-Strauss-Giroux.

Sorensen, C. (1989). Theme Parks and Time Machines. The New Museology. Vergo, P. London, Reaktion Books: 60-73.

Sospedra, R. (2001). "El potencial de la museografía virtual: Atapuerca." Iber 29(juliol 2004): 45-52.

Sospedra, R. (2004). "La nueva museografía audiovisual." Iber 39(gener 2004): 45-54.

Sperling, G. (1960). "The information available in brief visual representations." Psychological Monographs 74(11).

Spicer, J. I. i Stratford, J. (2001). "Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip." Journal of Computer Assisted Learning 17(4): 345-354.

Stallworth, C., Glover, S., *et al.* (1998). Glossary of terms. Virtual Interior Design Assistant Team, Georgia Tech, College of Computing. internet: http://www.cc.gatech.edu/classes/cs6751_98_fall/projects/VIDA/glossary.html. (9-7-2002).

Steele, J., Sluckin, T. J., *et al.* (1995). "Simulating hunter-gatherer colonization of the Americas."

Sternberg, R. J. (1982). Inteligencia humana. Barcelona, Paidós.

Steuer, J. (1995). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. Communication in the Age of Virtual Reality. Biocca, F. i Levy, M. R. Hillsdale, Erlbaum Associates: 33-55.

Stevens, L. (1994). Virtual reality now: a detailed look at today's virtual reality. New York, MIS Press.

Stoczkowski, W. (1994). Anthropologie naïve, Anthropologie savante. Empreintes de l'homme. Paris, CNRS Editions.

Stöllner, T. (2004). Subterrain-Modelling: Part1: Virtual Reality in Mines - so what? Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227.

Strauss, W., Fleischmann, M., *et al.* (2003). Knowledge spaces - experience based learning and cultural education in the media age. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Stroud, J. M. (1955). The fine structure of psychological time. Information theory in Psychology: Problems and methods. Quastler, H. Glencoe, IL, Free Press: 174-207.

Suina, J. H. (1994). Museum multicultural education for young learners. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 263-267.

Sundstedt, V., Gutiérrez, D., *et al.* (2005). Participating media for high-fidelity Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 83-90.

Swaak, J., de Jong, T., *et al.* (2004). "The effects of discovery learning and expository instruction on the acquisition of definitional and intuitive knowledge." Journal of Computer Assisted Learning 20: 225-234.

Tarr, M. J. i Warren, W. H. (2002). "Virtual Reality in behavioral neuroscience and beyond." Nature 5(neuroscience supplement): 1089-1092.

Taxén, G., Bowers, J., *et al.* (2003). The Well of Inventions - learning, interaction and participatory design in museum installations. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.

Thomas, G. (1994). "Why are you playing at washing up again?" Some reasons and methods for developing exhibitions for children. Towards the Museum of the futures. New european perspectives. Miles, R. S. i Zavala, L. London, Routledge: 117-131.

Thorndyke, P. W. (1977). "Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse." Cognitive Psychology 9(1): 77-110.

Tieger, P. D. i Barron-Tieger, B. (2003). What's Your Personality Type? PersonalityType.com. internet: www.personalitytype.com/quiz. (20-11-2003).

Tijus, C. A. (1995). L'enfant, l'objet, l'objet virtuel et l'objet cognitif. L'enfant et les mondes virtuels. Lesourd, S. Paris, GRAPE. 22: 41-49.

Traub, D. C. (1994). The promise of Virtual Reality for learning. The Virtual Reality Casebook. Loeffler, C. E. i Anderson, T. New York, Van Nostrand Reinhold: 107-117.

Trepap, C. A. i Alcoberro, A. (1994). "Procedimientos en Historia. Secuenciación y enseñanza." Iber 1(juliol 1994): 31-51.

Trigger, B. G. (1985). Writing the history of Archaeology. A survey of trends. Objects and Others. Essays on Museums and Material Culture. Stocking, G. W. Wisconsin, The University of Wisconsin Press. 3: 218-235.

Trigger, B. G. (1992). Historia del pensamiento arqueológico. Crítica/Arqueología. Barcelona, Crítica.

Trimmel, M. i Bachmann, J. (2004). "Cognitive, social, motivational and health aspects of studnets in laptop classrooms." Journal of Computer Assisted Learning 20(2): 151.

Tringham, R. (2004). Interweaving digital narratives with dynamic archaeological databases for the public presentation of cultural heritage. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 196-199.

Trushell, J., Maitland, A., *et al.* (2003). "Pupils' recall of an interactive storybook on CD-ROM." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 80-89.

Tulving, E. i Olser, S. (1968). "Effectiveness of retrieval cues in memory for words." Journal of Experimental Psychology 77(4): 593-601.

Turkle, S. (1995). Life on the screen: identity in the age of the Internet. Nova York, Simon and Schuster.

Tzortzaki, D. (2001). "Museums and virtual reality: using the CAVE to simulate the past." Digital Creativity 12(4): 247-251: <http://journalsonline.tandf.co.uk/media>.

Uehara, K., Tanaka, K., *et al.* (2001). The Construction of Virtual Archaeological Museum. Proceedings. Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia. Enhanced Realities: Augmented and Unplugged. Thwaites, H. i Addison, A. C. Los Alamitos, California, IEEE Computer Society: 288-298.

Uleberg, E. (2004). Strange attractors in the high mountains. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 444-447.

Ullman, S. (1989). "Aligning pictorial descriptions: An approach to object recognition." Cognition 32: 193-254.

Valdés, M. C. (1999). La difusión cultural en el museo: servicios destinados al gran público. Biblioteconomía y Administración Cultural, 31. Gijón, Ediciones Trea.

Valle, F. (1992). Estructuras y procesos en la memoria. Memoria y representación. Mayor, J. i de Vega, M. Madrid, Alhambra Longman. 4: 41-78.

Vallino, J. (2002). Introduction to Augmented Reality. Department of Software Engineering, Rochester Institute of Technology. internet: <http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/introduction.html>. (9-7-2002).

- Van der Voort, T. H. i Valkenburg, P. M. (1994). "Television's impact on fantasy play: a review of research." Developmental Review 14: 27-51.
- Vance Wilson, E. (2000). "Student characteristics and computer-mediated communication." Computers & Education 34(2): 67-76.
- Vargas, I. i Sanoja, M. (1990). Patrimonio cultural: ¿Inventario o proceso histórico? Arqueología de rescate. Loyola-Bank, G. i Sanoja, M. Caracas, Abre Brecha: 41-51.
- Vera, M. I. (2004). La enseñanza-aprendizaje virtual: principios para un nuevo paradigma de instrucción y aprendizaje. Formación de la ciudadanía: las TICs y los nuevos problemas. XV simposio internacional de didáctica de las Ciencias Sociales. Vera, M. I. i Pérez Pérez, D. Alicante, Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales: 57-63.
- Vigotsky, L. S. (1978). Mind in society: the development of higher psychological processis. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Villafañe, J. (1998). Introducción a la teoría de la imagen. Madrid, Ediciones Pirámide.
- Vincent, J. (2001). "The role of visually rich technology in facilitating children's writing." Journal of Computer Assisted Learning 17: 242-250.
- Viti, S. (2004). Between reconstruction and reproduction: the role of virtual models in archaeological research. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227: 525-529.
- Vlahakis, V., Karigiannis, J., *et al.* (2001). ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites.
- vom Lehn, D. i Heath, C. (2003). Displacing the object: mobile technologies and interpretive resources. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.
- von Bertalanffy, L. (1976). Teoría general de los sistemas. México, Fondo de Cultura Económica.
- Vote, E., Acevedo, D., *et al.* (2002). What's Virtual Reality Good for? The Archave System - Problems and Possibilities. Virtual Archaeology. Proceedings of the VAST Euroconference (Arezzo 24-25 November 2000). Niccolucci, F. Oxford, Archaeopress. 1075: 83-86.
- Wagensberg, J. (1986). Proceso al azar. Metatemas, 12. Barcelona, Tusquets.
- Watson, P. J., Leblanc, S. A., *et al.* (1974). El método científico en Arqueología. Madrid, Alianza Universidad.
- Watzlawick, P. (1976). La teoría de la comunicación humana. Buenos Aires, Tiempos Contemporáneos.

Weissberg, J. L. (1989). Le compact réel / virtuel. Les chemins du virtuel. Simulation informatique et création industrielle. Weissberg, J. L. Paris, Centre Georges Pompidou: 7-28.

Welger-Barboza, C. (2001). Le patrimoine à l'ère du document numérique. Du musée virtuel au musée médiathèque. Patrimoines et Sociétés. Paris, L'Harmattan.

Weltzl-Fairchild, A. (1995). The museum as a medium in the aesthetic response of school children. Museum, Media, Message. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 213-222.

Wheeler, S., Waite, S. J., *et al.* (2002). "Promoting creative thinking through the use of ICT." Journal of Computer Assisted Learning 18: 367-378.

White, H. (1992). El contenido de la forma. Narrativa, discurso y representación histórica. Paidós Básica. Barcelona, Ediciones Paidós.

White, L. (1982). La ciencia de la cultura. Un estudio del hombre y la civilización. Barcelona, Paidós.

Whorf, B. L. (1956). Language, thought and reality. Nova York, Wiley.

Wilcock, J. (1996). A description of the display software for Stafford Castle Visitor Centre, Uk. Interfacing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1995. Kamermans, H. i Fennema, K. Leiden, University of Leiden. 28: 402-414.

Winn, W. (1993). A conceptual basis for educational applications of Virtual Reality. Report n° TR-93-9. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-93-9>.

Winn, W. (1997). The impact of three dimensional immersive virtual environments on modern Pedagogy. Discussion paper for NSF Workshop. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Washington. Internet: <http://www.hitl.washington.esdu/publications/r-97-15>.

Winn, W. (2002). What can students learn in artificial environments that they cannot learn in class? First International Symposium, Universitat d'Anadolu, Turquia: <http://faculty.washington.edu/billwinn/papers/turkey.pdf>.

Winn, W. i Bricken, M. (1992). "Designing virtual worlds for use in mathematics education: the example of experiential algebra." Educational Technology 32(12): 12-19.

Winn, W., Hoffman, H., *et al.* (1999). "Student-built virtual environments." Presence 8(3): 283-292.

Winn, W., Windschitl, M., *et al.* (2002). Features of virtual environments that contribute to students' understanding of earth science. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans.

Winterbotham, N. (1994). Happy hands-on. The Educational Role of the Museum. Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 175-176.

Witcomb, A. (1997). The End of the Mausoleum: Museums in the Age of Electronic Communication. Museums and the Web 1997: An International Conference. Los Angeles.

Witmer, B. G. i Singer, M. J. (1998). "Measuring Presence in virtual environments: a presence questionnaire." Presence 7(3): 225-240.

Wood, D. (1999). "Representing, learning and understanding." Computers & Education 33(2): 83-90.

Woolley, B. (1994). El universo virtual. Madrid, Acento Editorial.

Wright, P. (1989). The Quality of Visitors' Experiences in Art Museums. The New Museology. Vergo, P. London, Reaktion Books: 119-148.

Wylie, A. (1985). The reaction against analogy. Advances in archaeological method and theory. Shennan, S. J. Londres, Unwin Hyman. Volum 8.

Wylie, A. (1994). Matters of fact and matters of interest. Archaeological Approaches to Cultural Identity. Shennan, S. J. London and New York, Routledge. 10: 94-109.

Young, D. A. i Bettinger, R. L. (1995). "Simulating the global human expansion in the late pleistocene." Journal of Archaeological Science 22(1995): 89-92.

Youngblut, C. (1998). Educational uses of virtual reality technology. IDA Document D-2128. Institute for Defence Analyses. Alexandria, VA. Internet: http://www.hitl.washington.edu/research/knowledge_base/virtual-worlds.

Yu, F. Y., Chang, L. J., *et al.* (2002). "Learning preferences towards computerised competitive modes." Journal of Computer Assisted Learning 18: 241-250.

Zhukovsky, M. (2000). Virtual 3D Reconstruction of the Kiafar Site, North Caucasus, Russia. Computing Archaeology for Understanding the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 2000. Stancic, Z. i Veljanovski, T. Oxford, Archaeopress. 931: 297-301.

Zifferero, A. (1999). La comunicazione nei musei e nei parchi: aspetti metodologici e orientamenti attuali. Musei e parchi archeologici. Francovich, R. i Zifferero, A. Florència, Edizioni all'insegna del giglio: 407- 442.

Zimmerman, M. (1990). Heidegger's confrontation with modernity: technology, politics, Art. Bloomington, Indiana University Press.

Zöller, W. i Knoll, W. (2004). Visualizations - A Critical Survey. Enter the Past. The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage. Börner, W., Ehrenhöfer, J. i Goriany, M. Oxford, BAR International Series. 1227.

Zuk, T., Carpendale, S., *et al.* (2005). Visualizing temporal uncertainty in 3D virtual reconstructions. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 99-106.

Zurita, G. i Nussbaum, M. (2004). "A constructivist mobile learning environment supported by a wireless handheld network." Journal of Computer Assisted Learning 20: 235-243.

**ANNEXOS: TAULA D'AVAUACIONS SOBRE L'ÚS DE
LA RV EN ENTORNS FORMALS I INFORMALS**

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
A.D. (1992). Press release. Dimension International. Berkshire. (Cita)		Formal, escola per nens/es amb dificultats d'aprenentatge	Multimèdia	Influència de les característiques específiques en l'aprenentatge: dinamisme		La possibilitat de substituir els símbols estàtics per símbols associats a imatges interactives augmentava la capacitat de retenció de coneixements; el dinamisme i, sobretot, la interactivitat, millorava la comprensió i emmagatzematge dels coneixements. Conclusió: com més dinamisme, menys necessitat hi ha que el text recolzi la imatge.
Ainsworth, S. (1999). "The functions of multiple representations." Computers & Education 33: 131-152.	ESRC Centre for Research in Development, Instruction and Training, School of Psychology, University Park, University of Nottingham		Diversos tipus de representació del coneixement.	Examinar de manera crítica la idea que l'ús de múltiples representacions externes (com per exemple en el Multimèdia) augmenta la motivació de les persones i la comprensió del tema.	Establir una tipologia de representacions externes. Diferents condicions experimentals per treballar amb direccions i magnituds i alhora ser capaç de fer estimacions de la pròpia precisió: un grup treballava amb dues representacions pictòriques; un altre amb dues representacions matemàtiques; i un darrer amb una combinació dels dos tipus anteriors.	El resultat de la traducció d'un sistema de representació a un altre depèn de la naturalesa de les relacions entre ells. Tots els grups milloraven a l'hora de fer estimacions, però només els qui tenien dues representacions iguals milloraven també la capacitat de jutjar la seva precisió; per tant, el problema no es trobava en les propietats de les representacions per se sinó en la necessitat de relacionar-les i això significa que la relació entre les representacions no és automàtica.
Alessi, S. M. (1988). "Fidelity in the design of instructional simulations." Journal of Computer-Based Instruction 15: 40-47. (Cita)				Influència del realisme en l'aprenentatge		El realisme màxim pot ser contraproduent pels estudiants amb pocs coneixements; en aquest cas és millor treballar amb representacions simplifiades dels objectes i els fenòmens.
Alzúa-Sorzábal, A., Linaza, M. T., et al. (2005). Interface evaluation for Cultural Heritage applications: the case of FERRUM exhibition. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 122-128.	Facultat d'Humanitats, Universitat de Deusto (sociologia)	Informal, exposició sobre el ferro	Virtual Showcase (barreja de vitrina i workbench)	Percepció de la tecnologia al museu per part del públic i quin ús en fan en aquest context	Disseny de l'exposició pensat per a l'estudi. Qüestionari a través d'entrevista telefònica abans i després de la visita. Entrevistes cara a cara. Qüestionaris autoadministrats. Grups de debat. Observació a la sala.	Es reconeixen els objectes reconstruïts però més de la meitat consideraven que la reconstrucció no aportava cap informació. Existia una correlació entre l'acceptació positiva del dispositiu "high-tech" i l'ús habitual de les TIC. Dificultats per establir una relació entre l'objecte real i la seva reconstrucció virtual, malgrat l'aparent obvietat del lligam (es trobaven en el mateix dispositiu). Dificultat per integrar el dispositiu dins l'exposició. En primer lloc, va esdevenir

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						<p>la principal atracció de l'exposició, la qual cosa va comportar la creació de grans expectatives que, en la majoria de casos, no es van veure satisfetes. Els principals problemes tenien a veure amb la qualitat dels gràfics, la manca d'intuïtivitat de la interfície i la percepció que la reconstrucció virtual feia nosa a l'objecte real. En segon lloc, malgrat la seva visibilitat i la seva capacitat d'interacció multisuari, un terç dels i les visitants no s'hi va acostar i, els/les que hi van interactuar, ho van fer durant com a molt mig minut, la qual cosa no deixa temps per veure adequadament tots les projeccions.</p> <p>Això no obstant, l'acceptació del dispositiu tecnològic millorava després d'una visita guiada, perquè la gent comprenia la finalitat i la utilitat de la tecnologia.</p>
<p>Antonietti, A. i Cantoia, M. (2000). "To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality." Computers & Education 34(3/4): 213-223.</p>	<p>Department of Psychology, Cognitive Psychology Laboratory, Catholic University of Sacred Heart, Milan</p>	<p>Formal, estudiants universitaris</p>	<p>Reconstrucció navegativa en PC</p>	<p>Comprendre com influeix la RV en la construcció de significats. Estudi comparatiu basat en premisses constructivistes (la RV com a context d'aprenentatge concret, visual i immersiu).</p>	<p>40 estudiants de Psicologia separats en dos grups (repartits/des equitativament quant a sexe, edat i curs), un que examina una reproducció d'un quadre i un altre que explora una reconstrucció virtual d'aquest.</p> <p>Comparar les respostes a un qüestionari (lliurat després d'una estona d'observació) amb quatre preguntes obertes sobre el significat d'una obra pictòrica desconeguda.</p>	<p>La RV activa processos cognitius diferents dels que actuen en una experiència basada en una perspectiva estàtica i no immersiva. La RV aconsegueix una doble funció, cognitiva i metacognitiva, i també contribueix a estimular la imaginació. El grup que havia treballat amb la RV mostrava un major interès per les tries o les tècniques pictòriques de l'autor: els/les estudiants eren induïts a assumir espontàniament una metaperspectiva, és a dir, no pas a pensar què era allò sinó per què era així; i a conceptualitzar l'experiència a un nivell més abstracte, com es dedueix del fet que proposessin més títols, interpretacions i comentaris abstractes. Finalment, la RV va estimular més una elaboració lliure i imaginativa dels estímuls perquè els membre d'aquest grup van oferir més respostes basades en</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						la seva experiència vital o en lligams associatius. En canvi, les persones que havien observat la imatge van tendir a subratllar els aspectes culturals o inferencials i adoptaven un enfocament més especulatiu, en què s'esmentava l'obra de l'autor en el seu context històric.
Antonietti, A., Imperio, E., et al. (2001). "Virtual reality and hypermedia in learning to use a turning lathe." Journal of Computer Assisted Learning 17: 142-155.	Catholic University of Sacred Heart / National research Council, Milan	Formal, estudiants universitaris	Simulació virtual d'un torn giratori i hipermèdia	Influència de l'experiència prèvia	Comparació de dos grups, un amb estudiants novicis (30) i un altre amb experts (24), a l'interior dels quals les persones estan separades en tres condicions: visitar primer la simulació virtual, visitar primer una simulació que no tenia res a veure amb el torn; visitar primer l'hipermèdia. Qüestionari sobre habilitats amb els ordinadors, coneixements sobre el torn. Observació dels estudiants durant la navegació i realització d'un exercici en què l'han de fer funcionar.	L'aprenentatge del grup principiant millorava quan l'exploració de la simulació virtual precedia la presentació de la informació hipermèdia; en canvi, pel grup avançat era millor fer la seqüència inversa. Això és degut al fet que la reconstrucció virtual permet obtenir una imatge mental prèvia, que servirà per guiar l'exploració de l'hipermèdia i organitzar de manera coherent la informació proporcionada. Contràriament, els/les experts/es ja posseeixen aquest concepte inclosor i no necessiten adquirir-lo ràpidament a través d'una imatge; per ells/elles és millor aprofundir en la conceptualització i després veure la seva aplicació pràctica.
Baxter, J. H. i Preece, P. F. W. (1999). "Interactive multimedia and concrete three-dimensional modelling." Journal of Computer Assisted Learning 15: 323-331.	School of Education University of Exeter	Formal, escola de Secundària	Multimèdia dedicat a les fases de la lluna	Influència de l'experiència prèvia i el gènere en l'aprenentatge de continguts específics.	63 alumnes de 12 anys, separats en dos grups, un que treballava amb el multimèdia i un que realitzava un exercici amb pilotes a la classe (aproximació tridimensional). Pre i postest, qüestionari sobre l'ús de les computadores i l'actitud envers el seu ús.	La validesa de l'aplicació no depenia de l'experiència prèvia amb els ordinadors ni l'actitud envers aquests. El seu ús havia estat igualment efectiu en el cas dels nois que de les noies o, fins i tot, més en aquest darrer perquè l'astronomia és una assignatura en què els nois obtenen millors resultats.
Belaën, F. (2003). L'immersion au service des musées de sciences. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.	Universitat de Borgonya, Centre de Recherche sur la Culture, les Musées et la Diffusion du savoir	Museus	Diverses	Estudi global sobre els efectes de la immersió als museus.	Anàlisi dels recursos immersius va partir d'una tipologia establerta en funció del tipus de representació de la disciplina de coneixement.	Lògica exògena: les seves qualitats principals eren la facilitat d'accés i lectura, la seva aptitud per públics poc especialitzats i la capacitat d'apel·lar a l'empatia com a vehicle de motivació i ensenyament. Lògica mixta: la recepció per part del públic és més complexa perquè la construcció del món és artificial i, per tant, cal comprendre el

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						<p>llenguatge metafòric i el món que representa o al qual fa referència.</p> <p>Conclusió: els dispositius immersius no garanteixen una adquisició de coneixements i una actitud positiva immediates, sinó que cal tenir els codis de representació del domini de coneixement original perquè sinó pot afegir-se com a font de problemes a la comprensió del propi contingut.</p>
Biosca, E., E. Cantarell, et al. (2002). "Reconstruyendo el pasado. Enseñar con tecnologías de realidad virtual." Iber 31(gener 2002): 103-111.	IES Eugeni d'Ors / Universitat de Barcelona	Escola de Secundària	Multimèdia, RV com a metàfora de navegació	Motivació	Observació.	Un excés de fascinació pot comportar una exploració a un ritme massa ràpid i atzarós com perquè hi pugui haver una comprensió acceptable de les informacions.
Bricken, M. and C. M. Byrne (1993). Summer Students in Virtual Reality. A Pilot Study on Education Applications of Virtual Reality Technology. Virtual Reality. Applications and Explorations. A. Wexelblat. Boston, Academic Press Professional: 199-217.	Human Interface Technology Lab	Formal, curs d'estiu a la Technology Academy de Seattle	RVI; construcció en grup de móns virtuals.	<p>Actituds envers la RV en comparació amb altres mitjans d'oci i comprovar què aprenien sobre la RV a partir de l'accés lliure en grup a la tecnologia</p> <p>Influència de les variables individuals (edat, gènere)</p> <p>Aprenentatge de continguts específics</p> <p>Interacció social</p>	<p>59 alumnes d'entre tretze i quinze anys.</p> <p>Enregistrament de les activitats dels alumnes, observacions informals, qüestionaris sobre les opinions personals.</p>	<p>L'experiència els havia encantat: preferien la RV a mirar la televisió i a jugar amb videojocs; la consideraven una eina adequada per aprendre; com més interactiva i immersiva, millor.</p> <p>Malgrat que els estudiants s'acomodaven molt ràpidament al sistema –amb variacions individuals–, els frustrava la poca resolució de les imatges i el fet que el casc i els cables del HMD els privés d'una llibertat de moviment absoluta; problemes d'orientació a l'interior del món virtual per dos motius: els mancava la informació dels altres sentits i el tipus de disseny intern (els móns amb una perifèria clarament delimitada eren més fàcils per l'orientació que no pas els que presentaven una referència central).</p> <p>La gent jove es mostrava molt més activa que l'adult. Entre deu i dotze anys se sentien més còmodes amb la construcció d'objectes, entre tretze i quinze anys treballaven sense problemes en el disseny del context. Això quadra amb les prediccions de la Psicologia evolutiva.</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						<p>No hi havia diferències entre gèneres a l'hora de crear els elements del món virtual; només en els objectius: els nois definien d'entrada els objectius i llavors dissenyaven el contingut d'acord amb aquest pla, mentre que les noies s'orientaven més cap el procés (decidir un concepte, construir diversos objectes i triar quins s'inclouen).</p> <p>Els/les alumnes comprenien ràpidament conceptes relacionats amb l'espacialitat perquè eren capaços de vincular jeràrquicament els elements gràfics segons les restriccions específiques proporcionades per la màquina</p> <p>La presència de l'entorn virtual no impedia la col·laboració i l'intercanvi social.</p>
Brosnan, M. J. (1998). "The impact of computer anxiety and self-efficacy upon performance." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 14: 223-234.	School of Social Sciences, The University of Greenwich	Formal, estudiants universitaris	PC, base de dades	Ansietat de les computadores	<p>50 participants, 25 homes i 25 dones. Completen test estàndard sobre ansietat computadores, qüestionari sobre experiència prèvia i percepcions sobre les computadores i self-efficacy.</p> <p>Realitzar una tasca fent servir dos procediments: accedir directament a les taules de dades i construir look-up taules.</p>	<p>Tot i que les correlacions amb l'edat, la personalitat, els estudis i altres ansietats no han estat gaire aclarides, se sap amb certesa que afecta directament i de manera negativa el procés d'aprenentatge perquè les persones que la pateixen obtenen sistemàticament puntuacions inferiors en els tests. La causa més probable és que la creença que no es "domina" la màquina afecta la confiança en la capacitat de resoldre aquella tasca i això provoca que, efectivament, s'adopti una estratègia superficial i poc sistemàtica, amb la qual cosa se'n ressent el resultat final. No es tracta d'un problema que afecti les computadores en general, sinó que depèn de la tasca que es realitzi.</p>
Byrne, C. M. (1996). <i>Water on tap: the use of Virtual Reality as an educational tool.</i> Tesi	Universitat de Washington, Departament	Formal, estudiants de Batxillerat	Quatre aplicacions sobre química molecular que	Comprendre quins són els factors interns que confereixen a la	91 estudiants que ja havien tractat el tema a classe; separats en cinc grups, un per a cada aplicació més	La interactivitat i no pas la immersivitat és veritablement rellevant, ja que els/les estudiants que van treballar amb les dues

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
<p>doctoral. College of Education, Washington. Seattle: http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne.</p>	<p>d'Enginyeria Industrial</p>		<p>diferien en el grau d'immersivitat i interactivitat: RVI, vídeo, Desktop, demostració en PC</p>	<p>RV els seus avantatges educatius: immersivitat o interactivitat</p> <p>(Metodologia avaluativa)</p>	<p>un que actuava com a grup de control, ja que realitzava les proves sense haver vist cap de les aplicacions.</p> <p>Tests orals i escrits abans i després de treballar amb la tecnologia per tal de comprovar els guanys cognitius i obtenir el major nombre de dades quantitatives i qualitatives.</p>	<p>opcions interactives van obtenir els millors resultats i cap diferència significativa entre ells. La immersió només va tenir efectes realment significatius sobre la motivació.</p> <p>Possibilitat que, en alguns casos, no estiguem mesurant veritablement l'aprenentatge sinó el record d'un grup que surt afavorit per les formes comunicatives. Influència del tipus de test: els tests escrits semblaven mostrar que les TIC no ajudaven més a retenir els coneixements a llarg termini; però en el test oral el grup de la RV no va tornar al nivell del primer test, la qual cosa significa que alguna cosa va quedar i que era més fàcil expressar-la oralment.</p> <p>No es poden mesurar les estratègies pedagògiques constructivistes i les seves implementacions tecnològiques amb els sistemes quantitius pensats per al paradigma anterior perquè l'aprenentatge a través de l'experiència proporciona una gran comprensió intuïtiva, sense que això comporti necessàriament un cos de coneixement explícit. Per exemple, en el cas de la RV encara s'acostumen a mesurar els seus beneficis segons les velles formes abstractes i bidimensionals, de manera que els que han treballat amb RV, icònica i 3D, pateixen un clar desavantatge perquè saben que han après però no saben com expressar-ho.</p>
<p>Carey, J. M. i Kacmar, C. J. (1997). "The impact of communication mode and task complexity on small group performance and member satisfaction." <i>Computers in Human Behavior</i> 13(1): 23-49. (Cita)</p>				<p>Influència de la personalitat en l'ús de les TIC</p>		<p>Les persones sensibles - reflexives es mostren més satisfetes amb la teleconferència que no pas les intuïtives - emotives, tot i que aquestes passen més temps davant la pantalla que les sensibles - reflexives.</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
<p>Chan Lin, L. (2001). "Formats and prior knowledge on learning in a computer-based lesson." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 17: 409-419.</p>	<p>Department of Library and Information Science, Fu-Jen Catholic University, Taiwan</p>	<p>Formal, estudiants de eight i ninth grade</p>	<p>Diversos tipus de representació en Desktop</p>	<p>Influència del coneixement previ i del format de presentació</p>	<p>357 estudiants de cursos diferents assignats a l'atzar a diverses condicions d'aprenentatge: treballaven continguts de tipus procedimental i declaratiu a través de gràfics estàtics, animacions i text.</p>	<p>El coneixement previ influïa significativament en l'aprenentatge de continguts tant procedimentals com factuais; l'efecte del format només és significatiu en els/les principiants perquè havien d'invertir més esforç cognitiu en desxifrant el significat de la representació, mentre que en el cas de les expertes i experts, aquesta transformació era automàtica. La manca de significativitat en aquest grup s'explica pel fet que el coneixement previ compensa les diferències en els formats de presentació i llavors poden dedicar-se a altres qüestions cognitives més avançades; en canvi, els/les estudiants/es novells/es obtenien millors resultats amb els gràfics estàtics que no pas amb els altres dos formats de presentació perquè aquests els/les ajudaven a construir les seves representacions mentals.</p> <p>Els formats de presentació influeixen de manera diferent en els processos d'aprenentatge de diferents continguts. També van demostrar que, sempre entre els/les estudiants novells/es l'ús d'imatges estàtiques era millor que el text en l'aprenentatge descriptiu i que també superava el text i les animacions en l'aprenentatge procedimental. L'animació no millora l'aprenentatge de les persones no expertes perquè no és cert que sigui més intuïtiva. Causa: 1) l'animació és més difícil de "traduir" o d'associar amb altres formats de representació que els gràfics; 2) es satura més ràpidament la memòria visual de la persona perquè ha de realitzar dues tasques, el processament dels components visuals i del component seqüencial de les imatges. En canvi, els experts aprofiten més les animacions</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						perquè, gràcies al seu domini del tema, ja tenen automatitzat el processament bàsic de les imatges i poden invertir els seus recursos cognitius en els aspectes avançats que es deriven de les imatges en moviment.
Chiu, C. H. (2002). "The effects of collaborative teamwork on secondary science." Journal of Computer Assisted Learning 18: 262-271.	Graduate Institute of Computer and Information Education, National Tainan teachers College, Taiwan	Formal, estudiant de secundària	PC	Influència del treball col·laboratiu en l'aprenentatge i capacitat dels ordinadors per recolzar-lo.	Test comparatiu aplicat a dos grups que havien treballat, respectivament, soles i en grups amb habilitats i nivells de coneixement distribuïts heterogeniament, per realitzar un mateix treball.	No sempre és cert que sigui millor la interacció en grup sinó que l'intercanvi unívoc bidireccional, que caracteritza el paradigma del PC, també pot causar efectes molt positius; El grup en què les noies van treballar individualment va realitzar millor la seva tasca i també va expressar una actitud més positiva cap a les disciplines científiques i l'ús de l'ordinador per l'aprenentatge. coherent amb les conclusions d'altres autors que afirmen que les activitats realitzades col·laborant cara a cara són més adequades per a l'exploració creativa de problemes i la generació d'idees, mentre que la cooperació en el Ciberespai obté millors resultats en relació amb la relació d'idees, la interpretació i la integració de problemes.
Chou, S. and C. Liu (2005). "Learning effectiveness in a Web-based virtual learning environment: a learner control perspective." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 65.	Department of Information Management, National Kaohsiung First University of Science Technology, Taiwan	Formal, escola de Secundària	CALE (multimèdia)	Influència del control sobre el procés en els resultats de l'aprenentatge.	Separar 210 estudiants en dos grups, un que treballaria amb un CALE i un que seguiria els mètodes d'ensenyament habituals. Deures i exàmens com en classe normal.	El CALE permetia un major control del propi aprenentatge, cosa que l'estudiant identificava amb una major eficàcia a l'hora de realitzar les tasques amb l'ordinador. Per aquest motiu estaven més satisfets/es i es generava un clima d'aprenentatge superior al del sistema normal.
Cooper, G. (1997). Is virtual reality leading to an epidemic of shyness? The Independent. Londres. (Cita)			Internet	Comportament social i personalitat		L'ús continuat de la interfície computacional disminueix les interaccions cara a cara, i això produeix depressió, soledat i pèrdua de les habilitats socials (perquè deixen de practicar-se) amb la qual cosa augmenta la dependència respecte del Ciberespai i es pot arribar a la veritable addicció.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
Couture, M. (2004). "Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 20(1): 40-49.	UER Science et technologie/LICEF Téléuniversité, Montreal	Universitat, estudis científics	Simulació virtual d'un laboratori	Influència del coneixement previ sobre la percepció del realisme.	Tretze estudiants voluntaris que feien servir la tecnologia. Després, qüestionaris per conèixer característiques personals, observació durant l'ús, entrevistes per conèixer opinions sobre aspectes concrets.	El nivell de contacte teòric i pràctic amb un tema determina la percepció del realisme i això posseeix efectes cognitius i actitudinals que són decisius per l'aprenentatge amb simulacions.
de Jong, T. i van der Hulst, A. (2002). "The effects of graphical overviews on knowledge acquisition in hypertext." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 18: 219-231.	Universitat de Twente / Cognitive Tools, Leiden	Formal, estudiants universitaris	Multimèdia amb tres interfícies diferents	Comprovar l'efecte de diferents formats d' "índex" d'un entorn hipertextual: un que reproduïa espacialment la relació entre els nodes; un en què estaven disposats a l'atzar –grup de control–; i un darrer en què també hi havia una disposició atzarosa però en canvi es ressaltaven els texts de diferents maneres per induir una exploració similar a la de la disposició espacial.	45 estudiants de psicologia que s'assignen a l'atzar a una de les tres condicions. Pre i post tests sobre coneixement. Seguiment de les activitats dins l'entorn multimèdia sobre connectivitat, consistència (comprendre patrons seguits).	El grup de control va obtenir els pitjors resultats i, malgrat que no hi va haver diferències significatives entre el grup de la disposició espacial i el dels links visuals a l'hora de recordar el contingut dels nodes, el primer va adquirir una millor comprensió de l'estructura de coneixement general. L'adquisició de coneixement no depèn tant de la ruta d'exploració com de la immediatesa de la presentació dels continguts, ja que la disposició visual és portadora de coneixement per ella mateixa
Di Blas, N., Gobbo, E., et al. (2005). 3D Worlds for education: cooperation and virtual presence. <i>Virtual reality at Work in the 21st Century. Impact on society.</i> Thwaites, H. Gant, Bèlgica, <i>International Society on Virtual Systems and Multimedia</i> : 375-384	HOC Laboratory, Politecnico di Milano	Formal, diverses escoles de Secundària i Batxillerat	Entorn col·laboratiu amb Desktop	Aprenentatge a través de la col·laboració en línia	Activitat organitzada en quatre sessions, presentada com a joc. Qüestionaris als professors, alumnes i guies; enregistrament en vídeo de les classes; anàlisi dels xats, fòrums i altres materials produïts pels estudiants; observacions directes i remotes, xerrades.	No importa el realisme de l'intercanvi social o l'entorn, aquest es produeix igualment perquè el que compta no és la tecnologia sinó la possibilitat d'establir el vincle (concepte de presència virtual o conceptual). En canvi, el que no pot fallar és aquest vincle: si hi ha falles en la connexió, se'n ressent tot el procés de comunicació/aprenentatge. Factor clau per és la motivació: manté els/les alumnes motivats a realitzar la tasca i socialment actius dins un entorn col·laboratiu.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						Estudiants prefereixen fer servir ICT quan permeten la col·laboració.
Di Blas, N., Gobbo, E., et al. (2005). 3D Worlds and Cultural Heritage: Realism vs. Virtual Presence. Museums and the Web 2005. Bearman, D. i Trant, J. Vancouver, Canada. (Cita)	HOC Laboratory, Politecnico di Milano	Formal, diverses escoles de Secundària i Batxillerat	Entorn col·laboratiu amb Desktop	Aprenentatge a través de la col·laboració en línia	Activitat organitzada en quatre sessions, presentada com a joc. Questionaris als professors, alumnes i guies; enregistrament en vídeo de les classes; anàlisi dels xats, fòrums i altres materials produïts pels estudiants; observacions directes i remotes, xerrades.	L'efectivitat educativa està estretament relacionada amb la interacció amb d'altres usuaris, l'existència d'un objectiu clar que estimuli la motivació.
Facer, K., Joiner, R., et al. (2004). "Savannah: mobile gaming and learning?" Journal of Computer Assisted Learning 20: 399-409.	NESTA Futurelab, Bristol / University of Bath/ Hewlett-Packard Labs / University of Nottingham	Formal, escola de secundària.	PDA	Avaluar la capacitat d'integració de la tecnologia mòbil en la interacció física directa amb l'entorn	Cinc nois i cinc noies d'entre 11 i 12 anys amb un joc educatiu en què havien d'actuar com a lleons i moure's per l'entorn en funció de les informacions proporcionades pel seu PDA. Observació durant la realització de l'activitat.	No deixava prou llibertat perquè no era només un joc sinó que hi havia elements instructius que limitaven la creativitat personal. La manca de correspondència directa entre l'entorn real i el virtual portava a conflictes perquè les informacions icòniques proporcionades pel dispositiu mòbil eren massa concretes i llavors no podien realitzar la suspensió d'incredulitat que es produeix quan es juga sense cap més recurs que la imaginació.
Filippini Fantoni, S. (2003). Personalization through IT in Museums. Does it really work? The case of the marble museum website. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.	Centre de Recherche Images et Analyses, Université de Paris I - Sorbonne	Museu virtual	Pàgina web del Museu del Marbre de Carrara	Comprovar si la personalització millora la visita	Quaranta persones d'entre vint i cinquanta-tres anys a les quals s'havia demanat d'emprar el sistema durant mitja hora. Després omplir uns questionaris.	Bons resultats de la personalització (adaptivitat) com a assistent per la visita: crea un entorn immersiu que ajuda a l'orientació, la localització d'objectes i la comparació amb altres objectes interessants, tot reduint l'excés d'informació redundant.
Galani, A. (2003). Mixed reality Museum Visits: using new technologies to support co-visiting for local and remote visitors. Museological Review. Leicester, Department of Museum Studies. Special issue 10, spring: 1-17.	Department of Computing Science, University of Glasgow	Informal, The Lighthouse i la House of an Art Lover a Glasgow	RH	Ampliar les informacions relatives al context social de la visita, seguint concepcions Falk i Dierking. Influència de les interaccions entre els membres del grup en la relació establerta	Metodologia construïda originalment des de l'etnografia: observació no obtrusiva dels i les visitants i enregistrament en vídeo d'algunes visites. Discussions enregistrades. 34 visitants en grups de 3 i algunes parelles. Gravació en vídeo de la visita, enregistrament de les converses, seguiment de la	Durant la visita, els/les visitants aprofiten un conjunt de recursos que canvia dinàmicament: claus visuals –mirada, gestos, orientació del cos i el cap–, comunicació verbal i continguts compartits. Per tant, la co-visita no és altra cosa que una re-negociació constant entre les persones i amb els objectes de l'exposició, en què es combinen els recursos disponibles a la sala, els que generen les persones a través del

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
				amb els dispositius i viceversa.	interacció amb el sistema (logs) i entrevistes semi-estructurades al final de la visita.	<p>llenguatge corporal i verbal, i l'experiència prèvia.</p> <p>La visita mixta a través de la RH presenta algunes diferències fonamentals. Com que les claus visuals no es podien activar plenament, es feia servir el mapa i sobretot la comunicació verbal, essencialment dirigida a situar-se i, en segon lloc, a parlar dels continguts. Això confirma la importància de les claus visuals com a primer recurs de la interacció social per guiar la visita i que la comunicació verbal es fa servir principalment per referir-se o compartir els continguts. L'absència de claus visuals i el fet de tenir tres punts de vista diferents són, segons l'autora, un inconvenient i un avantatge alhora: un inconvenient perquè inverteixen molta estona en posar-se d'acord sobre què veuen; però, per altra banda, això també els/les força a parar explícitament atenció –a través de la descripció– als dispositius i els seus continguts i això els/les motiva a explorar-los més profundament, com demostra, per exemple el fet de relacionar-los amb coneixements previs. Per altra banda, com que els cal aclarir-se sobre què estan veient, fan servir tots els recursos disponibles; però com que aquests són diferents per a cada tipus de visitant, això els força a centrar-se en la tasca, no en els anteriors. Conclusió: a l'hora de dissenyar les experiències museístiques, cal tenir molt present la dimensió social, perquè la seva importància és tan gran, que els/les visitants aprofitaran els recursos per servir-la òptimament i, per tant, potser de manera diferent a com s'havia previst originalment.</p>
Gyselinck, V., Ehrlich, M. F., et	Laboratoire de	Formal, estudiants	PC	Comprovar com	Establir una tipologia de	Els resultats van confirmar clarament que

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
al. (2000). "Visuospatial working memory in learning from multimedia systems." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 16: 166-176.	Psychologie expérimentale, Université René Descartes, Boulogne / Dipartimento di Psicologia, Università di Padova	universitaris		ajuden les imatges a comprendre el text.	representacions pictòriques Si és cert que l'sketchpad visual aconsegueix la funció prevista, la tasca visual - espacial hauria d'interferir en el procés i, per tant, provocar un efecte negatiu en la comprensió de la presentació formada pel text amb il·lustracions. Estudi comparatiu amb 45 estudiants de física. Realitzen tests per mesurar les seves capacitats visuoespacials, memòria a curt termini i nivell de coneixements de física. Després, separats en dos grups, un que realitza l'activitat només amb text i un altre amb text i imatges. El propi ordinador els presenta els tests per mesurar l'aprenentatge.	les il·lustracions ajuden a la comprensió del text, fins i tot en la situació de control, segurament perquè, com ja hem vist anteriorment, ajuden a construir més ràpidament els models mentals: el text hi posa les relacions i la imatge precisa l'arquitectura general. Estudis posteriors més precisos, conduïts pels mateixos autors però ara amb nous tipus de tasques, han demostrat que la tasca paral·lela de tipus espacial sí influeix negativament en la presència d'imatges però no pas quan hi ha text sol, amb la qual cosa es demostra que, efectivament, l'sketchpad visual s'ocupa de la integració de text i imatges.
Ham, S. H. (1994). <i>Cognitive psychology and interpretation: synthesis and application. The Educational Role of the Museum.</i> Hooper-Greenhill, E. London, Routledge: 107-117. (Estudis citats per ell)				Influència de les imatges en l'aprenentatge		Les persones podien identificar i memoritzar els objectes amb més rapidesa i més precisió si estaven localitzats en imatges d'entorns reals que no pas si es situaven en imatges desordenades.
Harper, B., Hedberg, J. G., et al. (2000). <i>Employing cognitive tools within interactive multimedia applications. Computers as cognitive tools: the next generation.</i> Lajoie, S. P. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum: capítol 9.	Interactive Multimedia Learning Laboratory, Faculty of Education, Wollongong University (Australià)	Formal, alumnes escolars	Multimèdia amb RV com a metàfora de navegació dins un PDA	Comprovar el paper de la RV com a context d'aprenentatge (concepció constructivista de l'aprenentatge contextual)	Resoldre una problemàtica en un entorn virtual. Els/les estudiants disposaven d'un PDA en què podien explorar aquest entorn i, a més, enregistrar les notes personals necessàries per ajudar-se durant el procés. També hi havia uns simuladors mitjançant els quals podien realitzar experiments de comprovació de les hipòtesis suggerides pel desenvolupament de l'activitat.	Resultats: augment de la motivació, possibilitat de manipular segons els propis interessos o habilitats personals, reforçament de l'aprenentatge gràcies a la multimedialitat, etc. Conclusió: la RV concreta i estructura a través de l'entorn computacional el marc contextual que es crea en tot procés d'ensenyament - aprenentatge però que fins ara era abstracte perquè existia en la interacció situacional entre les estructures cognitives individuals i l'espai físic on es produïa l'aprenentatge.
Heath, C. i vom Lehn, D. (2002).	Work, Interaction	Museu:	Unitats	Comprovació de	Observació de les activitats dels	Les persones havien de fer cua per poder

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
Misconstruing interactivity. Interactive Learning in Museums of Art and Design. London.	and Technology Group; The Management Centre, King's College de Londres	Explore@Bristol i Science Museum de Londres	museogràfiques interactives destinades a reforçar l'aprenentatge a través d'un repte divertit: pantalla tàctil amb un seient davant.	l'efecte dels dispositius tecnològics sobre el comportament (social) dels visitants.	visitants durant la visita.	fer servir la màquina; de vegades es cansaven i anaven a un altre lloc o intentaven veure què feia la usuària o usuari actual; de vegades no comprenien quin era l'objectiu de l'activitat i/o es perdien durant la seqüència d'accions; trobaven dificultats en l'ús de la interfície; se'ls feia molt difícil la col·laboració quan anaven en grup. Conclusió: les TIC presenten problemes d'adequació a l'entorn social del museu perquè estan pensades per a un/a únic/a usuari/ària que interactua individualment amb la màquina, a través d'un diàleg input - output lineal i per tant no permeten formes desenvolupades d'interacció.
Hedberg, J. G. i Alexander, S. (1994). "Virtual reality in education: defining researchable issues." Educational Media International 31(4): 214-223.				Influència del realisme en l'aprenentatge		A mesura que una persona esdevé experta en un tema, menys necessitat hi ha que la representació sigui realista i pot operar amb nivells majors d'abstracció.
Hsi, H. (2003). "A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum." Journal of Computer Assisted Learning 19: 308-379.	The Exploratorium, San Francisco	Museu de ciència	PDA	Comprovar si l'ús de la tecnologia mòbil ajudava a comprendre millor els continguts d'una exposició sobre Ciència: concretament, avaluar si el dispositiu ajuda a aprofundir en les explicacions textuales sobre els experiments, a mostrar noves formes d'aprehensió, a localitzar els diferents temes o seccions i a proposar pautes coherents de visita.	Observar les activitats i mesurar el temps d'estada en cada element expositiu, analitzar els usos enregistrats pel sistema i entrevistar els tres grups de visitants (públic general, mestres de ciències i estudiants).	Resultats relatius en els vessants ambiental, cognitiu i actitudinal. En el primer cas, les usuàries i els usuaris van emfasitzar la sensació d'aïllament tant des del punt de vista del contacte amb les altres persones com de la relació amb l'exposició. Dins el resultat relatiu al vessant cognitiu, es va poder apreciar una dificultat per realitzar transferències entre el món real i el virtual quan no hi havia punts de referència clars que permetessin "superposar" els dos tipus d'explicació. en tots els casos, la presència de la guia virtual va ser una font de motivació i d'inspiració per provar noves formes d'interacció amb l'exposició i per reflexionar més atentament sobre el missatge transmès. En el vessant actitudinal, es va evidenciar un ventall d'interessos i preferències molt diversos tant pel que fa

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						als continguts del dispositiu mòbil com al format de presentació: mentre que uns/es esperaven trobar exactament el mateix a l'exposició real i a la informació virtual, altres esperaven que fos diferent o complementari (hi veien utilitats diferents, en funció de la categoria de visitant a la qual pertanyien).
Huff, C. (1996). "Gender, computer assisted learning and anxiety: with a little help from a friend." Journal of Educational Computing Research 15(1): 65-69. (Cita)				Influència del gènere en l'ús de les TIC		Les noies obtenien millors resultats en el seu procés d'aprenentatge quan hi participaven assistents que es basaven en representacions de cares humanes.
Jackson, R. L. i Fagan, E. (2000). Collaboration and Learning within Immersive Virtual Reality. Proceedings of the 3rd International Conference on Collaborative Virtual Environments. Nova York, ACM Press: 83-92.	College of Education de la Universitat de Washington al Learning Center del HITL	Formal, escola de secundària	RVI (HMD en entorn col·laboratiu)	Comprovar si un entorn virtual col·laboratiu de tipus totalment immersiu afavoreix el canvi conceptual, aprofitant el fet que aquest tipus específic de RV situa l'usuari o usuària al centre del procés de comprovació de les seves hipòtesis i li permet experimentar-les en primera persona. Influència del gènere en l'aprenentatge	Tres grups d'estudiants havien de treballar sobre el tema de l'escalfament global del planeta amb l'ajut d'un sistema virtual totalment immersiu. Havent après el funcionament de la interfície i els conceptes bàsics sobre el domini de coneixement, el primer grup servia de control i els/les estudiants entraven individualment i no rebien cap ajuda externa; en el segon grup, entraven de dos en dos però tampoc no rebien ajuda dels administradors de l'experiment; en el tercer grup, entraven individualment però els acompanyava un dels membres de l'equip investigador, que actuava com a assistent expert.	No hi havia diferències significatives entre les tres condicions experimentals i, per tant, no hi havia proves directes de canvi conceptual; en tots els casos els/les alumnes necessitaven sovint ajuda perquè no sabien què havien de fer dins l'entorn virtual. Gran poder de motivació de l'aplicació i impacte sobre altres canals d'instrucció, la qual cosa alerta sobre la possibilitat que, si no es para molta atenció al disseny, la RV pugui substituir uns errors de concepció per uns altres. Les noies s'involucraven més en la col·laboració que no pas els nois. Això sembla confirmar clarament que el problema del gènere no és troba en els aspectes cognitius sinó en els socials: les noies surten afavorides en els entorns col·laboratius, mentre que els nois prefereixen treballar amb entorns individuals.
Johnson, A. E., Roussou, M., et al. (1998). The NICE Project:	University of Illinois at Chicago,	Laboratori	CAVE; un entorn immersiu	Influència de la interactivitat i la	52 infants entre 6 i 10 anys d'edat que, prèviament, havien completat	Capacitat d'atracció de la implementació.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
learning together in a virtual world. Proceedings VRAIS'98: 176-183.	Electronic Visualization Laboratory and Interactive Computing Environments Laboratory		multiusuari basat en les idees constructivistes sobre la narrativa i la col·laboració en el procés d'aprenentatge.	immersivitat sobre l'aprenentatge.	un qüestionari i uns mapes conceptuals per comprovar la seva capacitat de dur a terme els seus plans i orientar-se en un entorn virtual. Separats en grups de quatre nens/es en què un actuava com a líder o coordinador de la tasca a través d'un avatar. L'experiment consistia en situar els grups de dos en dos en sengles entorns virtuals i observar el seu comportament a l'hora de col·laborar per mantenir un jardí similar a aquell planificat prèviament per ells/es mateixos/es. També hi participava un professor des d'un tercer CAVE i la seva representació virtual guiava els/les alumnes en la realització de la tasca. Després de 40 min activitat recollir dades a partir d'entrevistes, dibuixos i redaccions.	La comprensió era una funció directa del nivell d'interactivitat: com més involucrats estaven en la tasca – principalment, els líders–, millors eren les seves respostes en els qüestionaris. Importància de la interacció social: els/les alumnes que obtenien millors resultats en els tests eren aquells que havien actuat com a líders durant l'activitat i, per tant, mantingut una interacció directa amb l'aplicació i amb els altres companys i companyes a través de l'entorn virtual.
Jovet, V. (2003). Le multimedia dans l'exposition: la double problématique de l'appropriation et de l'intégration d'un media marginal. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.	Université de Bourgogne	Museus	Diverses	Integració de la RV en el conjunt de l'exposició	Observació ús durant la visita i qüestionari/entrevista sobre funcionament i aprenentatge	És més complexa que el discurs que pretén transmetre, amb la qual cosa el/la visitant té dos problemes: ha de desxifrar el missatge i el funcionament de l'intermediari. Segons la seva ubicació en l'espai, trenca la tradicional linealitat de la visita perquè crea al seu voltant una àrea d'activitat paral·lela a l'observació dels objectes que, per la seva interactivitat, genera unes actituds emotives i corporals que encara avui són considerades incorrectes dins el context intel·lectual i contemplatiu de l'exposició. S'interposa entre els originals i el públic i, en alguns casos, ha arribat a esdevenir protagonista, en detriment del propi missatge o dels objectes. Conté un discurs propi, autònom, que trenca el fil conductor general del discurs de l'exposició.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
<p>Karasavvidis, I., Pieters, J. M., et al. (2003). "Exploring the mechanisms through which computers contribute to learning." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 19: 115-128.</p>	<p>Universitat de Creta i Twente, Facultat d'educació</p>	<p>Formal, Escola secundària</p>	<p>Full de càlcul</p>	<p>Comprendre quins aspectes del procés d'ensenyament -aprenentatge queden modificats per la presència dels ordinadors.</p>	<p>Comparació dels comportaments de dos grups de 10 alumnes a l'hora d'aprendre certes nocions d'estadística, segons que fessin servir llapis i paper o un full de càlcul. Anàlisi del comportament del mestre. Enregistrament en vídeo i codificació dels comportaments.</p>	<p>Els/les estudiants que treballaven amb el full de càlcul van resoldre més problemes que no pas els/les que treballaven amb paper i llapis, però no era pas perquè aquests/es desconeguessin quina estratègia havien de seguir –fer un gràfic– sinó perquè no sabien exactament com dur-la a terme. En canvi, les eines del full de càlcul oferien un repertori de tècniques estadístiques i representacions gràfiques que ajudaven l'estudiant a decidir-se i aplicar la solució correcta.</p> <p>En el cas del paper i llapis es demanava més informació de tipus conceptual, més informació addicional i proporcionaven més explicacions. Per tant, no és cert que només els ordinadors permetin un control del propi aprenentatge: en la solució de problemes per la via tradicional això també es produeix; la diferència rau en què l'ordinador automatitza o facilita algunes tasques perquè proporciona la informació necessària i, per tant, permet avançar més ràpid en el procés.</p> <p>L'estudi també va aportar evidències relacionades amb la regulació de les tasques. No és cert que no hi hagi regulació en el cas de l'aprenentatge tradicional, el que passa és que l'ordinador evidencia més clarament i més exhaustivament les possibilitats disponibles en cada moment i, per tant, facilita la presa de decisions.</p> <p>La conclusió d'aquest estudi és que les dues condicions experimentals són relativament poc comparables perquè s'hi activen habilitats diferents. I, a partir d'aquí, que l'ús de l'ordinador és aconsellable quan es cerca el desenvolupament de les habilitats</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						relacionades amb l'exploració, l'experimentació, la interpretació, la reflexió, la construcció de significats i la planificació i presa de decisions, però no pas de les habilitats cognitives bàsiques.
Knipp, T. (2003). Design education in the era of technology: considering visual perception. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.	Visual Arts and Art History, Florida Atlantic University	Universitat, estudiants d'art	PC	Comprovar si, havent observat una disminució de les habilitats cognitives involucrades en la creació artística, podia ser que fos degut a l'ús dels ordinadors com a eina de disseny	Estudi informal. Separació dels seus i les seves alumnes d'art en tres grups, als quals es va passar un qüestionari per recollir informacions demogràfiques i sobre el nivell de familiaritat amb els programes de CAD. Després se'ls va sotmetre al test de Rey, una prova sobre organització perceptiva i memòria visual que s'utilitza habitualment en les avaluacions neuropsicològiques però amb diferents condicions per cada grup: a diferència del primer, els altres dos van ser exposats a dues menes d'exercicis, visuals i que combinaven simulacions tàctils i cinestèsiques, abans de realitzar el test.	La comparació de les puntuacions obtingudes per cada persona a l'interior dels grups va evidenciar que hi ha un seguit de factors que influeixen negativament en els resultats: la no realització dels exercicis previs, els coneixements avançats de software, l'edat –la memòria visual comença a disminuir a partir dels 40 anys–, el gènere –coincidint amb els estudis que demostren que les dones posseeixen més memòria visual que els homes– i, sobretot, el tipus d'especialitat artística –els/les escultors/es eren millors que els/les pintors/res. L'autora considera que aquesta reducció pot ser deguda a la generalització massiva a partir de la segona meitat del s. XX dels mitjans de comunicació visuals i invoca un seguit d'experiments sobre percepció i psicologia cognitiva que confirmarien les seves observacions informals perquè demostren que l'aprenentatge no es basa únicament en veure passar imatges sinó en l'experiència sensorial i l'acció de tot el cos.
Lee, H., Park, S.-T., et al. (2005). Students' understanding of astronomical concepts enhanced by an immersive Virtual Reality system (IVRS). 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education. Caceres. Recent Research Developments in Learning Technologies.	Institute of Science Education School of Computer and Information Communication	Formal, estudiants universitaris	Sistema interactiu immersiu i altament realista.	Analitzar el nivell de comprensió conceptual sobre el sistema solar.	22 estudiants universitaris/àries de ciències empraven l'aplicació per comprendre el sistema Lluna - Terra i després realitzaven un test sobre satisfacció i percepcions del propi aprenentatge.	Ho troben molt motivador. No és segur que el realisme sigui totalment positiu des del punt de vista estrictament cognitiu –és a dir, sense tenir en compte els seus efectes sobre la motivació– perquè pot distreure la persona i impedir-li centrar-se en els continguts, que és el realment important.
Lim, C. P. (2001). "Visualization	Universitat	Formal, curs	CALE	Paper de la	Comparació classes basades en	El fet que l'ordinador automatitzés la

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
and animation in a CAL package: anchors or misconceptions?" <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 17: 206-216.	Tecnològica de Nanyang, Institut Nacional d'Educació (Singapur)	universitari d'economia		visualització i l'animació en funció de la tasca	ordinador i classes que no el fan servir. Observacions, entrevistes amb els professors i treball en grup amb els estudiants.	creació de gràfics provocava que els/les alumnes es centressin massa en la interpretació d'aquest element i no reflexionessin sobre per què era necessària aquesta representació i no una altra i quines eren les seves implicacions bàsiques.
Loftin, B., Engelberg, M., et al. (1993). Applying Virtual Reality in Education: a prototypical virtual physics laboratory. Proceedings of IEEE Symposium on Research Frontiers in Virtual Reality. San José, CA.	Department of Electrical and Computer Engineering	Formal, estudiants d'Institut	Simulació immersiva	Avantatges de la RV per ajudar comprendre els elements bàsics de la física newtoniana	Comparació entre dos grups d'estudiants, que havien treballat, respectivament, amb la simulació i amb instruments reals. Tests de coneixement.	La simulació era de gran utilitat, especialment a l'hora d'entendre fenòmens poc intuïtius.
Luckin, R., Connolly, D., et al. (2003). "Children's interactions with interactive toy technology." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 19: 165-176.	School of Cognitive and Computer Sciences, University of Sussex	Formal, escola infantil	RH, tangible media	Actituds dels infants envers les joguines interactives. Comprovar si faciliten l'aprenentatge perquè impressionen menys i són més intuïtius que els ordinadors.	Dos grups de 12 nens i nenes que jugaven, individualment o per parelles, amb el ninot interactiu o la versió per ordinador. Observació, enregistrament de les activitats davant de la pantalla i categorització d'aquestes.	A l'hora de començar el joc, el primer gest dels infants era demanar ajuda a les persones i no pas recórrer a la màquina o el ninot real, malgrat que aquests indiquessin la possibilitat de fer-ho. Només quan se'ls suggeria que es centressin en els objectes iniciaven l'exploració de les interfícies. En tots dos casos, els infants només feien cas de l'ajuda proposada quan realment creien que els convenia, és a dir, en funció de la tasca i no pas de la interfície. L'exploració cooperativa era més habitual en el cas del ninot que no pas de la versió en pantalla. L'ajuda proposada pel ninot real es percebia com a menys apropiada que no pas la del PC i per aquest motiu l'infant sol·licitava més l'ajuda de l'adult/a o bé ignorava la proposta. En el cas de la versió virtual, la interfície es va activar en el 100% dels casos per demanar ajuda, mentre que en la versió real s'activava també per altres motius.
McCarthy, R. (1989). "Multimedia: what the excitement's all about." <i>Electronic Learning</i> June: 26-31.				Influència de les característiques específiques en l'aprenentatge:		El Multimèdia ofereix l'oportunitat d'absorbir informació transmesa a través de diversos mitjans, en què cada estímul actua com a reforç del mateix missatge i

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
(Cita)				multimedialitat		no es redueix la motivació
Mitchell, T. J. F., Chen, S. Y., et al. (2005). "Hypermedia learning and prior knowledge: domain expertise vs system expertise." Journal of Computer Assisted Learning 21(1): 53-64.	Department of information Systems and Computing Brunel University	Formal, estudiants universitaris d'un curs de computer science	Multimèdia	Influència del coneixement previ sobre un tema i l'actitud envers les TIC	74 estudiants que treballaven amb l'aplicació. Dos qüestionaris: un sobre dades demogràfiques, coneixement previ i un sobre percepcions del tutorial multimèdia. Pre i postest per mesurar el guany cognitiu.	Els/les estudiants amb poc coneixement del domini obtenen més beneficis a partir del tutorial multimèdia que no pas els/les més experts/es. Aquests/es, en canvi, consideraven que el tutorial no era més fàcil d'entendre que un llibre, la qual cosa significa que necessitaven materials més avançats que no pas els proposats en el multimèdia. En comparació amb el recurs tecnològic, un llibre els podia oferir una comprensió més profunda del tema. Els exemples eren molt útils per als/a les estudiants que s'iniciaven en la matèria. Els/les estudiants que gaudien amb Internet i que, per tant, hi dedicaven temps, treballaven millor amb la interacció no lineal que no pas els/les altres.
Muscott, H. i Gifford, T. (1994). "Virtual reality and social skills training for students with behavioral disorders: applications, challenges and promising practices." Education and treatment of children 17: 417-434. (Cita)				Comportament social i personalitat	Teràpia dirigida a estudiants amb desordres de comportament perquè practiquin les habilitats socials. Observació	Els efectes positius o negatius de les TIC depenen de la manera com les persones enfoquen aquest mitjà de comunicació.
NG, K. H. (2002). Mixed Reality interaction for group experience. Master of Research Degree. School of Computer Science and Information Technologies, The University of Nottingham.	School of Computer Science and IT, University of Nottingham	Museu, Living Exhibition	StoryTent, un dispositiu en forma de tenda en què el sostre estava format per dues pantalles, de manera que les projeccions eren visibles tant des de dins, per part de les persones que controlaven la navegació, com des de fora, per part de la resta de visitants	Comprovar si la tecnologia permet la interacció de grup	Observació directa	La forma del dispositiu estava pensada perquè els/les visitants, situats dins mateix del dispositiu, se sentissin més implicats en l'activitat i perquè poguessin col·laborar amb els de fora i era molt flexible en relació amb el tipus de visitants, ja que permetia la presència d'usuaris/àries individuals o fins a cinc persones de tota mena d'edat. Quatre tipus de conducta que informaven indirectament del fet que s'estava produint un procés d'aprenentatge: les mares que explicaven els continguts als seus fills i filles; plantejar preguntes sobre el castell; relacionar les dades amb

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						fets històrics coneguts; i relacionar els artefactes digitals amb els reals. Activitats pròpies de l'exploració col·laborativa: interactuar per torns; assenyalar objectes; comunicació verbal; reciprocitat –els usuaris i usuàries eren alhora observadors/es i observats/ades i la gent de fora podia aprendre a través de les seves accions–; un/a membre del grup adoptava el rol de líder i interactuava amb el sistema i els/les altres s'ho miraven. Conclusió general: la capacitat de recolzar la dimensió social depèn en gran part del disseny de la interfície.
Neuman, D. (1989). "Computer based education for learning disabled students; teacher's perceptions and behaviors." Journal of Special Education Technology 9(3): 156-166. (Cita)		Formal, escola d'educació especial		Motivació		Els/les estudiants amb dificultats d'aprenentatge acollien amb entusiasme el nou sistema tecnològic d'ensenyament per raons que transcendien la novetat i que es podien relacionar amb el fet que associaven els ordinadors als jocs i això els portava a enfocar la tasca d'una manera més competitiva.
Osberg, K. M. (1997). Constructivism in practice: the case for meaning-making in the virtual world. Tesi doctoral. Department of Education, University of Washington.	Universitat de Washington, Departament d'Educació	Formal	Entorn virtual 3D interactiu (enfocament experimental)	Avaluar l'efectivitat educativa de la RV tot comparant-la amb la metodologia d'ensenyament tradicional Paper de la RV en la comprensió de conceptes abstractes	117 estudiants d'entre 12 i 14 anys, 56 noies i 61 nois; separats quatre grups que estudiaven respectivament un dels quatre cicles de funcionament d'un ecosistema específic, seguint tres condicions instructives diferents: 1) entorn virtual 3D interactiu (associat a l'ensenyament constructivista) en què, per comprendre com funcionava, havien de construir un ecosistema; 2) classes normals basades en un llibre de Biologia; 3) cap mena de suport educatiu (situació de control). Mesurar comparativament els resultats dels tests de tria múltiple, els mapes conceptuals, les entrevistes i els qüestionaris	A l'hora de construir els seus ecosistemes i verificar-ne el funcionament, els/les estudiants treballaven més fàcilment i comprenien millor les relacions de causa - efecte amb representacions simplificades que no pas altament realistes. La comparació entre les proves inicials i les finals van demostrar que la tecnologia era una eina útil per aprendre, encara que no necessàriament més que les estratègies tradicionals –no hi havia cap diferència significativa entre una i altra. La combinació de crear i emprar icones i símbols en un context experimental porta els/les estudiants a raonar abductivament i, a través de la formulació i comprovació d'hipòtesis, a aprendre dels seus "errors" sense la por al fracàs que

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
					<p>presentats abans i després de la fase de treball.</p>	<p>caracteritzava l'ensenyament tradicional</p> <p>Aprentatge per descobriment demana més temps que altres mètodes: havien d'esforçar-se a buscar el coneixement, destriar allò rellevant d'allò irrelevant, establir per ells mateixos les relacions causals i comprovar que no estaven generant coneixement erroni.</p> <p>Les imatges són una eina essencial per comprendre les relacions espacials i que, fins i tot, la traducció entre diferents sistemes simbòlics produeix una millora de les capacitats cognitives superiors, especialment les relacionades amb el llenguatge comunicatiu predominant que, en el cas de la RV seria el visual.</p> <p>Els/les estudiants tenien menys dificultats a l'hora de desenvolupar representacions sobre elements concrets i físics, encara que els símbols per expressar-los fossin més aviat abstractes, que no pas a l'hora de considerar i expressar les relacions químiques, que són molt més abstractes; els mitjans visuals afavoreixen l'expressió visual, ja sigui a través de representacions diagramàtiques o de metàfores visuals en el llenguatge verbal. Això no significa que la RV no pugui ensenyar conceptes abstractes, sinó que només ho farà adequadament si aquests poden ser traduïts a un format visual i dinàmic.</p> <p>Mentre que les respostes del pretest eren principalment verbals, les del postest eren principalment visuals o barrejaven els dos llenguatges i, si empraven l'expressió escrita, hi incloïen moltes més metàfores visuals: com que la RV és una eina comunicativa visual, afavoreix</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						que la informació s'emmagatzemi, es recuperi i es representi amb més facilitat visualment.
Otero, N., Rogers, Y., et al. (2001). Is interactivity a good thing? Assessing its benefits for learning. Proceedings of the 9th International Conference on HCI. New Orleans, Lawrence Erlbaum: 790-794.	School of Cognitive and Computing Sciences, University of Sussex	Formal, estudiants universitaris	ILE: 2D, 2DI (interactiva), 3D i 3DI en PC	Efecte de la interactivitat i la tridimensionalitat en la comprensió de conceptes geomètrics complexos. (Metodologia avaluativa)	80 estudiants de geologia i matemàtiques separats en quatre grups (en funció dels seus resultats en dos tests, un sobre coneixements de Geometria i un altre sobre habilitats espacials) que explorarien els conceptes geomètrics a través d'una unitat didàctica en sis passos, combinant text i imatges però emprant, respectivament, una de les quatre aplicacions. Al final de cada unitat didàctica, un test amb qüestionari de resposta múltiple.	Influència dels coneixements previs de geometria i l'habilitat espacial dels subjectes: els geòlegs i les geòlogues treballaven millor amb el 2D que amb qualsevol altre sistema i els resultats eren pitjors a mesura que s'avançava cap al 2DI, 3D i, finalment, 3DI; en canvi, els matemàtics i les matemàtiques treballaven millor amb el 3D i després, per ordre, amb el 2DI, 2D i, finalment, el 3DI. Els/les estudiants de Matemàtiques feien servir els seus coneixements anteriors sobre geometria, normalment apresos amb mètodes tradicionals, però això no era suficient per obtenir millors resultats que els/les estudiants de Geologia, que no necessitaven el 3D perquè les seves habilitats espacials estaven més desenvolupades. Per què el 3DI no és millor? Les causes són més complexes del que s'esperava i que poden incloure la naturalesa de la representació, els coneixements previs, les habilitats cognitives i el disseny i ús de l'aplicació. Per tal de superar aquesta dificultat i, tal com han evidenciat alguns estudis pilot, cal dissenyar experiments que realment se centrin en una única variable i minimitzin qualsevol altra influència.
Owen, R., Buhalis, D., et al. (2005). Visitor's evaluations of ICTs used in Cultural Heritage. VAST 2005: 6th International Symposium on Virtual reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Mudge, M., Ryan, N. i Scopigno, R. Pisa, Eurographics Ass.: 129-136.	School of Management, Universitat de Surrey i Ename Center	Informal, diferents museus, monuments in jaciments arqueològics a Anglaterra	Diverses: AR estàtica a Ename, semiimmersiva a Hellenic Cosmos; AR a Olímpia; guia virtual.	Tenint en compte la manca per part dels professionals relacionats amb el Patrimoni de coneixement sobre les necessitats / opinions del públic, investigar sobre la	Qüestionaris amb preguntes sobre l'ús de la tecnologia abans, durant i després de la visita i percepció sobre diferents tipus d'interfícies a partir de fotografies. Té en compte diversos factors explicatius: edat, gènere, nacionalitat, personalitat (facilitat per adoptar noves idees).	Abans de la visita: la presència de tecnologia no és un factor decisiu per a la visita, però tindrà més pes com més jove o més oberta a noves idees sigui la persona. Durant la visita: la gent fa servir poc els dispositius "high-tech" perquè els interessin més els objectes reals.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
				percepció d'aquest sobre l'ús de les TIC en relació amb el Patrimoni		<p>Tanmateix, es fan servir més quan no es tracta de la primera visita, la qual cosa significa que un cop efectuada la primera aproximació, els/les visitants buscaven noves formes d'exploració.</p> <p>Percepció de les diferents interfícies: AR estàtica a Ename percebuda com a eina que ajuda a imaginar-se el monument però com més jove era la persona que responia, més tenia tendència a afirmar que era educativa i facilitava la comprensió; Hellenic Cosmos: percebuda com a un entreteniments per infants perquè era massa fàcil per als adults; AR al jaciment: percebuda com a educativa però difícil de manipular; l'aplicació amb guia virtual es considerava també principalment educativa, però més adequada per infants perquè tenia l'aspecte d'un videojoc.</p> <p>Després de la visita: la visita millorava la percepció de les TIC en relació amb el Patrimoni perquè un 55% afirmava que amb molta seguretat recomanaria la visita sobre aquesta base. Tanmateix, a l'hora de consultar informació addicional, els llibres (64%) segueixen essent més emprats que Internet (51%).</p> <p>Principal conclusió de l'estudi: és un error pensar que el públic farà servir la tecnologia només perquè hi és present, ja que per ell és només un mitjà i sovint no entén la seva utilitat o aportació.</p>
Panagiotakopoulos, C. T. i Ioannidis, G. S. (2002). "Assessing children's understanding of basic time concepts through multimedia software." Computers & Education 38(4): 331-349.	Laboratory of Educational Material and Methodology The Science Laboratory, School of Education	Formal, alumnes escolars i preescolars	Multimèdia	Comprovar si l'ús de la tecnologia multimèdia afavoria l'adquisició de conceptes temporals i si hi havia diferències en funció del sexe,	373 nens i nens d'entre quatre i deu anys, assignats estadísticament a diferents grups per assegurar-se que la intervenció de l'ordinador era l'únic factor influent en els resultats del test. Cadascun d'aquests grups es dividia en dos:	Els únics que mostraven una correlació significativa eren l'edat i el mètode. Pel que fa a l'edat, els/les més petits –de quatre a sis anys– obtenien millors resultats quan la informació verbal i visual anava acompanyada d'un so inequívoc al principi i final del fenomen,

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
				l'edat, l'ocupació dels pares o el mètode d'observació.	un que realitzaria els experiments a partir d'elements de presentació reals –cronòmetres, joguines, accessoris elèctrics, rellotges, dibuixos, tubs amb líquid– i un altre que treballaria amb les reconstruccions virtuals d'aquests mateixos elements. Sotmetre els diferents grups a sis experiments destinats a examinar, respectivament, els conceptes de simultaneïtat, igualtat d'interval sincrònics, ordre d'esdeveniments, concepte d'època a partir d'una imatge, aspectes cíclics del temps a partir d'esdeveniments rítmics en períodes curts, aspectes cíclics del temps a partir d'esdeveniments rítmics en períodes llargs. En cada experiment es fa un test.	un element que només existia en les simulacions virtuals. En relació amb el mètode, els resultats van evidenciar que l'ús de la RV és millor en tres circumstàncies: 1. Quan l'entorn a través del qual s'examina el temps no és estàtic, sinó que implica moviment o canvis. 2. Quan es poden remarcar o emfasitzar aspectes concrets a través de sons, gràfics, moviments, etc. que ajudin l'infant a comprendre el fenomen amb més precisió i, per tant, evitin errors de percepció o judici. 3. Quan es vol guanyar en precisió o evitar la interferència de detalls que no tinguin res a veure amb el fenomen però puguin confondre l'infant.
Pimentel, K. i Teixeira, K. (1995). Virtual Reality: through the new looking glass. New York, McGraw-Hill.	Electrical and Computer Engineering Degree , Director of Business Development at Discreet/ Manager of Special Projects in Arts and Technology at Intel Corporation	Computer Museum de Boston	Simulació de la realitat	Potencial educatiu de la RV, nivell de satisfacció	Observació a sala	Les persones preferien espontàniament aprendre a través de l'experiència interactiva, que no pas amb la lectura dels cartells, un recurs també disponible a la sala que quedava sistemàticament marginat; el principal problema observat era sempre familiaritzar-se amb el funcionament dels entorns virtuals: les persones trigaven entre cinc i deu minuts per comprendre les regles de navegació i quin era l'objectiu de la simulació.
Podgorny, J. (2004). Studying visitor engagement in Virtual Reality based children's Science Museum exhibits. Master of Arts program in the Social Sciences. Department of Astronomy and Astrophysics, The University of Chicago.	Ciències socials	SciTech Hands-on Museum, museu de ciència per a infants.	RV projectada en una sala (4 mòduls sobre astronomia)	Dissenyar i implementar una aplicació de RV i avaluar la seva efectivitat en relació amb el nivell de captivament.	L'investigador va observar 14 projeccions de RV, la qual cosa implicava 90 visitants: 64 infants i 26 adults i adultes. També va entrevistar 10 d'aquests grups, que representaven un total de 59 persones.	Els factors que influeixen en el captivament dels i les visitants són els següents: confiança de l'educador/a i capacitat de fer participar la gent; capacitat de relacionar amb el coneixement anterior, temps (al voltant de 2 min), composició demogràfica (els nens es distreuen i distreuen més fàcilment), que el contingut es reconegui de seguida, presència de moviment localitzat o dirigit (no continu) a la

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						pantalla, control dels pares i mares sobre l'actitud dels fills/es, interactivitat. En canvi, els factors que aparentment no afectaven el nivell de captivament eren el gènere, el moment del dia, la mida del grup i la presentació d'informació errònia.
Reid, D. J., Zhang, J., et al. (2003). "Supporting scientific discovery learning in a simulation environment." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 9-20.	The University of Manchester / Tsinghua University, Beijing / Beijing Normal University	Formal, escola de secundària	Simulació experimental	Analitzar estadísticament les condicions internes que determinen l'efectivitat de l'aprenentatge per descobriment (significativitat del procés, sistematicitat i lògica de les activitats, generalització reflexiva) (Metodologia avaluativa)	En primer lloc, es van destil·lar tres tipus d'aportacions a l'aprenentatge que podien afavorir les simulacions virtuals: suport interpretatiu (activació del coneixement, generació d'hipòtesis i construcció d'una comprensió coherent); suport experimental (raonament formal); suport reflexiu (metacognició, consciència del propi aprenentatge i abstracció de regles). 78 alumnes d'entre 12 i 13 anys, que havien de realitzar dos experiments sobre el comportament dels cossos dins l'aigua i que podien rebre, en funció del grup, dues menes d'ajuda del sistema: una relacionada amb els passos a seguir i l'altra amb com interpretar les evidències empíriques. Tests abans i després de l'activitat.	En termes generals, les simulacions ajuden a adquirir coneixements sobre un tema; però, perquè l'aprenentatge per descobriment sigui veritablement efectiu, cal que l'estudiant/a participi activament tant en els experiments com en les activitats explicatives sobre aquests. El suport experimental no proporcionava resultats clars i només presentava un efecte significativament positiu quan interactuava amb el suport interpretatiu o bé amb alumnes més experimentats/des. Els tests d'avaluació tradicionals no són els més adequats per mesurar l'aprenentatge a través de les simulacions perquè aquestes incideixen en aspectes qualitativament diferents.
Ronen, M. i Eliahu, M. (1999). "Simulation as a home learning environment - students' views." Journal of Computer Assisted Learning 15: 258-268.	Center for Technological Education d'Holon (Israel)	Formal, estudiants de secundària	EVA que simulava els objectes reals	Comprovar si els EVA ajuden a establir el lligam entre la descripció teòrica i el funcionament real	Estudi comparatiu en què 63 parelles d'estudiants, d'uns 15 anys de mitja, havien de realitzar uns exercicis sobre circuits elèctrics – dibuixar un diagrama i construir-ne un de real–, uns/es a partir de les representacions tradicionals i els/les altres amb l'ajut d'un EVA. Qüestionari i entrevistes personals amb les/els estudiants per conèixer la seva experiència prèvia amb els ordinadors, la seva percepció	La RV contribueix a augmentar la motivació, a ser capaç d'identificar i corregir les pròpies concepcions i a relacionar les representacions formals amb els objectes reals. L'actitud envers la tecnologia és un factor decisiu de cara al seu aprofitament. Diferències significatives quant a la correcció dels exercicis, clarament en favor del grup que havia treballat amb la simulació; Però les simulacions no constitueixen una eina tan intuïtiva com

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
					d'aquests com a eines d'aprenentatge o oci, i l'ús de la interactivitat del sistema; entrevista personal amb els/les mestres per recollir les seves impressions sobre el desenvolupament de l'activitat; examen final per mesurar l'aprenentatge sobre els continguts.	es podia pensar a priori perquè les persones amb poc domini d'un tema no són ser capaços d'establir correctament la relació entre la simulació i l'objecte real.
Roussou, M. i Drettakis, G. (2005). Can VR be useful and usable in real-world contexts? Observations from the application and evaluation of VR in realistic usage conditions. 11th International Conference on HCI, First International Conference on VR. Las Vegas, Nevada.	University College (London) REVES/INRIA Sophia-Antipolis (França)	Real, ús "quotidià" de treball . Museu	PC CAVE	Crear una infraestructura d'entorn virtual que permetés alhora un elevat realisme visual – auditiu i un alt nivell d'interactivitat i fos útil en contextos d'ús reals, quotidians	Observació directa durant l'ús en una sessió de treball (usuaris han de dur a terme una tasca proposada); qüestionari sobre la percepció de l'efectivitat del sistema i el nivell de satisfacció amb la interacció; entrevista informal per aprofundir en les qüestions plantejades per l'observació però que no poden ser resoltes en un qüestionari. Observació durant l'ús en el context del museu per part d'experts/es (7), visitants adults/es (7) i visitants joves (7 nens i nenes entre 9 i 14 anys); qüestionaris d'usabilitat i presència; pre i post-test sobre coneixements; entrevistes informals.	Facilitat d'ús de la interfície. Eina adequada perquè tracta amb entitats espacials (punt clau és la possibilitat d'alterar la mida i la localització i canviar de punt de vista sempre dins una presentació realista, la qual cosa permet visualitzar el resultat final. Experts/es opinen que és útil per a la restauració perquè presenta les dades de manera fotorealista, acurada i amb les dimensions naturals correctes. Estudi sobre canvi cognitiu en no experts/es encara en curs.
Scanlon, E., Tosunoglu, C., et al. (1998). "Learning with computers: experiences of evaluation." Computers & Education 30(1/2): 9-14.	Institute of Educational Technologies, Centre for Educational Software, Cambridge and Oxford Regional Centre	Formal, Universitat Oberta	ECA (multimedia package): un joc desenvolupat per ajudar a comprendre els diagrames de fase; una simulació física del moviment caòtic d'un pèndol; i un multimèdia sobre les illes Galápagos.	De quina manera els ordinadors tenen un impacte en l'aprenentatge, especialment de temes científics. Desenvolupar una metodologia avaluativa adequada per aquests materials d'aprenentatge.	Qüestionari passat abans i després de l'activitat per avaluar les actituds –motivació, diversió– i l'adquisició o comprensió de nous conceptes. Com més temps passava entre l'experiment i el posttest més es podia determinar l'aprenentatge a llarg termini. Observació i enregistrament dels comportaments, complementats amb entrevistes per aprofundir en les qüestions aixecades per l'observació. Finalment, entrevista amb l'equip creador del programa per comprendre el seu funcionament i objectius.	El gran avantatge dels ECA és que ajuda a visualitzar conceptes abstractes i/o a entendre el seu funcionament a través de l'explicitació i modificació dels diferents paràmetres que hi intervenen.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
Schroeder, R. (1996). Possible worlds: the social dynamic of virtual reality technology. Boulder, Westview Press. (Cita)				Influència del control sobre el procés en els resultats de l'aprenentatge		Els/les usuaris/àries experimentats que controlen els entorns virtuals incrementen significativament els nivells d'atenció, retenció, producció i motivació i, conseqüentment, obtenen millors puntuacions quan es mesuren els resultats de l'aprenentatge.
Schroeder, R. (1997). "Networked worlds: social aspects of multi-user virtual reality technology." Sociological Research Online 2: http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/4/5.html . (Cita)			RVI	Comportament social i personalitat.		La RV en segona persona és menys realista que en primera perquè no hi ha contacte auditiu i visual directe, sinó que tot es fa a través d'intermediaris simbòlics, principalment imatge i text. Per això les persones s'hi impliquen menys, tendeixen a observar més i a quedar-se en les posicions centrals en què la majoria dels avatars acostumen a estar situats; en canvi, la RVI genera més ganes d'explorar i de crear espais nous amb els/les altres participants
Scott, S. D., Mandryk, R. L., et al. (2003). "Understanding children's collaborative interactions in shared environments." Journal of Computer Assisted Learning 19: 220-228.	Department of Computer Science, Universities of Calgary, Simon Fraser and Dalhousie	Formal, escola primària	PC i diverses aplicacions	<p>Analitzar l'impacte real dels ordinadors en comparació amb els sistemes de col·laboració o treball en grup tradicionals.</p> <p>Comprovar si la causa dels bons resultats era el fet de compartir un espai físic i ser conscient de l'estat de l'objecte i les accions de l'altre/a nen/a</p>	<p>Primer estudi: amb 40 nens i nenes d'entre 9 i 11 anys, que havien de realitzar un mateix puzzle de tres maneres diferents: amb peces físiques, amb una simulació interactiva dotat d'un sol ratolí, i amb la mateixa simulació però ara amb dos ratolins perquè tots dos infants poguessin intervenir en igualtat de condicions</p> <p>Segon estudi: els nens i les nenes treballaven en tres condicions diferents –un mateix ordinador amb dos ratolins, dos ordinadors un al costat de l'altre i dos ordinadors distanciat– i ara la tasca consistia en resoldre un problema matemàtic - espacial que exigia l'actuació coordinada de la parella.</p> <p>Enregistraments en vídeo, tests i entrevistes</p>	<p>S'aprofita més el recurs educatiu quan tots dos/dues hi poden participar, és a dir, en les interfícies multiusuari, i que llavors la situació és molt comparable a treballar amb les peces físiques. Això demostra que l'important no és la presència o no de la tecnologia sinó la igualtat de condicions a l'hora d'interactuar amb el material. El contacte directe amb els recursos generava millors resultats que no pas les imatges en una pantalla, tot i que els infants preferien treballar amb l'ordinador (de dos ratolins).</p> <p>En el cas de l'entorn compartit, tot i que els/les nens/es veien el comportament dels objectes, tenien problemes a l'hora de comprendre què feia l'altre/a i posar-se d'acord entre ells/es; la millor opció era compartir la pantalla perquè resolien millor la tasca i afirmaven que els havia estat molt més fàcil actuar de manera coordinada.</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
Shaw, G. i Marlow, N. (1999). "The role of student learning styles, gender, attitudes and perceptions on information and communication technology assisted learning." <i>Computers & Education</i> 33(4): 223-234.	Department of Basic Medical Sciences, California College of Podiatric Medicine School of Health and Sports Science, The University of North London	Formal, estudiants universitaris de ciències	EVA (multimèdia)	Percepció de les ICT com a eines d'aprenentatge en funció dels estils d'aprenentatge, l'experiència prèvia i el gènere	99 estudiants responen a un qüestionari que inclou un test de personalitat i preguntes sobre amb quins materials prefereixen aprendre.	Relació (negativa) entre certs estils d'aprenentatge i la interactivitat i el context: com més teòric/a era l'estudiant/a, menys li agradava l'ús de les TIC perquè el considerava impersonal i preferia sistemes d'ensenyament més tradicionals. Correlació positiva entre l'experiència anterior amb les TIC i la bona percepció o, inversament, com més gran era l'estudiant/a i menys contacte havia tingut amb els ordinadors, més malament els puntuava perquè li costava més automatitzar la manipulació de la interfície. No es van observar diferències significatives quant als estils d'aprenentatge o l'actitud en funció del sexe i això suposa una contradicció amb altres estudis que, segons sembla, sí n'havien detectat.
Song, K. S. i Lee, W. Y. (2002). "A virtual reality application for geometry classes." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 18: 149-156.	Korea National University of Education and Kasan Middle School, Seoul	Formal, escola secundària	Simulació virtual	Avantatges de la RV per la comprensió de conceptes científics.	Classe de geometria, en què un grup treballava amb representacions virtuals d'objectes i un altre amb llapis i paper i les explicacions tradicionals.	En el cas de les informacions de tipus espacial la RV obtenia millors resultats que no pas les descripcions verbals.
Spicer, J. I. i Stratford, J. (2001). "Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 17(4): 345-354.	Department of Biological Sciences, University of Plymouth / Learning Media Unit, University of Sheffield	Formal, estudiants universitaris	EVA (multimèdia)	Opinió sobre l'ús de la tecnologia com a eina d'aprenentatge	Qüestionaris després d'haver emprat l'aplicació durant les classes normals.	Els/les estudiants no consideraven que la RV constitueixi o hagi d'actuar com a substitució de les pràctiques reals. Però en canvi sí creuen que els EVA són molt motivadors i útils per aprendre i que podien ser útils per preparar els treballs de camp i aprofitar-los més.
Swaak, J., de Jong, T., et al. (2004). "The effects of discovery learning and expository instruction on the acquisition of definitional and intuitive knowledge." <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> 20: 225-234.	Telematics Instituut, AN Enschede/ Faculty of Behavioral Sciences, University of Twente / Graduate School of Teaching and learning, University of	Formal, High School	Simulació experimental / multimèdia	Comparar els efectes de l'aprenentatge per descobriment (associat a les simulacions virtuals) i de l'ensenyament expositiu (associat al Multimèdia) a l'hora	Per mesurar el guany cognitiu es van dissenyar tres tests: un amb definicions –destinat a avaluar el coneixement factual–, un sobre coneixement intuïtiu, i un en què s'havien d'explicar relacions –per mesurar el coneixement procedimental. En els dos primers	En tots dos casos augmentaven els coneixements sobre la matèria; el Multimèdia portava a obtenir millors resultats que la simulació en el test de definicions. Però, curiosament, també ajudava més a adquirir coneixement intuïtiu, tot i que les respostes del grup de la simulació eren més ràpides.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
	Amsterdam			de treballar uns continguts idèntics.	casos es va mesurar la correcció i la velocitat de resposta.	L'equip investigador atribueix la causa al fet que, en realitat, no es tractava d'entorns "purs": els/les estudiants de la simulació empraven elements verbals perquè rebien explicacions i instruccions i en l'entorn multimèdia no hi havia animacions però sí gràfics estàtics que eren consultats tot sovint. Un altre motiu pot ser que el grup de la simulació no feia una veritable procés de descobriment perquè no sabien gaire per on tirar i llavors els havien de dirigir. Per tant, les condicions d'interacció eren molt similars en els dos grups. Conclusió: aprenentatge per descobriment demana més temps que altres mètodes perquè és més difícil: no saben què fer davant la simulació. I, si els ajudes, elimines el beneficis exclusius i llavors és millor el multimèdia.
Tarr, M. J. i Warren, W. H. (2002). "Virtual Reality in behavioral neuroscience and beyond." Nature 5(neuroscience supplement): 1089-1092.	Department of Linguistic and Cognitive Sciences, Brown University at Providence, Rhode Island	Laboratori de psicologia	RVI amb HMD	Comportament social i personalitat Comprovar el paper dels diferents sentits en l'aprehensió del món (realisme dels continguts)	Incloure accions totalment contràries a les instintives si la situació és ambigua –és a dir, que no es poden preveure exactament les lleis de comportament físic del món virtual– i la tria de la solució incorrecta no comporta conseqüències serioses: s'aprofita en Psiquiatria per ajudar a eliminar fòbies.	D'aquesta manera es pot ajudar a millorar l'aprenentatge de nens i nenes discapacitats/des; a reduir la sensibilitat de les persones esquizofrèniques cap a les seves al·lucinacions; i a disminuir les fòbies, com ara la por a volar, a les alçades o l'agorafòbia. La clau de l'èxit de la RV, en aquest cas, és el realisme perquè l'objectiu és simular interacció real amb l'entorn quotidià. Adequació depèn de tres factors: la velocitat de resposta, l'amplitud del camp de visió i la llibertat i naturalitat de moviments.
Trimmel, M. i Bachmann, J. (2004). "Cognitive, social, motivational and health aspects of studnets in laptop classrooms." Journal of Computer Assisted Learning	Unit of Cognitive Performance, Health and Environment, University of Vienna, Austria	Formal, estudiants de Batxillerat	Multimèdia, Desktop	Comprovar els efectes cognitius, socials i físics dels ordinadors a l'aula.	Comparació entre dos grups, un que ha fet servir tecnologia (27) i un que no (22). Tests i qüestionaris.	No es va detectar cap diferència significativa pel que fa a creativitat entre els/les alumnes que havien treballat amb ordinador i els/les que no

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
20(2): 151.						
Trushell, J., Maitland, A., et al. (2003). "Pupils' recall of an interactive storybook on CD-ROM." Journal of Computer Assisted Learning 19(1): 80-89.	Universitat de l'East London i de l'Essex County Youth Service	Formal, escola primària	Joc interactiu	Comprovar quin tipus d'aprenentatge activen les imatges interactives.	Grup de nenes i nens d'entre 8 i 9 anys; comparació entre els que llegeixen i els que fan servir un joc interactiu. Test.	El grup que havia llegit recordava millor l'estructura, la seqüència de la història, mentre que els que havien jugat, recordaven millor els detalls.
Tzortzaki, D. (2001). "Museums and virtual reality: using the CAVE to simulate the past." Digital Creativity 12(4): 247-251: http://journalonline.tandf.co.uk/media.	University of Roskilde, Dinamarca Arqueologia	Informal, Hellenic Cosmos	CAVE	Examinar de quina manera les reconstruccions virtuals presentades a través d'una interfície de darrera actualitat poden transmetre informació sobre el passat	Enregistrament àudio i vídeo de grups de visitants escolars i adults durant abril del 2000	Encara no proporcional resultats però la seva anàlisi es concentra en l'estructura de l'experiència al CAVE (de quina manera es transmet visualment i verbalment la informació) i en els patrons de producció i comunicació de coneixement (discursos arqueològics / històrics presentats dins el marc pedagògic general de la FHW).
Vance Wilson, E. (2000). "Student characteristics and computer-mediated communication." Computers & Education 34(2): 67-76.	College of Business, University of Wisconsin – Eau Claire	Formal, estudiants universitaris	CMCS (multimèdia)	Eficàcia dels CMCS en funció de les característiques personals (personalitat, experiència prèvia, capacitats acadèmiques generals, edat, sexe).	Durant dos semestres, els estudiants van ser assignats a equips de treball que havien de desenvolupar una aplicació a partir d'unes classes i comunicar-se virtualment. Anàlisi dels missatges intercanviats i qüestionaris autoadministrats	Les persones sensibles - reflexives feien servir els CMCS dues vegades més que les intuïtives - emotives, però no es va determinar clarament el motiu; com més familiaritzada està una persona amb les noves tecnologies millor hi treballa i mostra una actitud més positiva; les persones que obtenen bons resultats en les circumstàncies convencionals també tenen èxit amb els entorns virtuals d'aprenentatge, possiblement perquè aquest entorn actua simplement com una altra eina per recolzar els seus estudis i hi apliquen el mateix esforç que en altres activitats; no hi havia cap relació entre l'edat i l'ús dels CMCS (en realitat no era una qüestió d'edat sinó, com hem vist en l'apartat anterior, d'experiència amb els ordinadors acumulada); no només la percepció no era negativa sinó que, fins i tot, les noies feien servir el CMCS amb més freqüència que altres estudiants i la causa podria ser que, en aquest cas, la seva funció principal era la comunicació.
Vincent, J. (2001). "The role of visually rich technology in facilitating children's writing."	Department of Science and Mathematics	Formal, escola primària	Entorn computacional visualment molt	Demostrar que l'avantatge de les imatges és que	Grup molt petit d'alumnes d'entre 10 i 11 anys, caracteritzats/des pel fet de tenir un estil d'aprenentatge	Augment notable de la capacitat global i, molt especialment, de repassar el text i detectar les paraules mal escrites.

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
Journal of Computer Assisted Learning 17: 242-250.	Education, University of Melbourne		ric en PC	posseeixen un impacte instantani amb un esforç conscient mínim i, a més, no estan limitades per les habilitats cognitives individuals	visual molt marcat i que, per aquest motiu, tenien dificultats amb les assignatures lingüístiques. Durant un temps se'ls/se les va encoratjar a realitzar exercicis relacionats amb l'expressió escrita però mitjançant un entorn computacional visualment molt ric. Exercicis per mesurar el nombre i la complexitat d'elements escrits en el propi entorn.	Conclusió: utilitat dels entorns virtuals per compensar, gràcies a la seva flexibilitat, els sistemes tradicionals d'ensenyament i satisfer les necessitats dels diferents estils cognitius i, molt especialment, del visual - espacial.
vom Lehn, D. i Heath, C. (2003). Displacing the object: mobile technologies and interpretive resources. ICHIM03: Cultural institutions and digital technology. Paris, Ecole du Louvre.	Work, Interaction and Technology Group; The Management Centre, King's College de Londres	Museu d'Art	PDA	Comprovar l'efecte de la tecnologia sobre la dimensió social de la visita	Observació durant la visita	Els dispositius segueixen acaparant l'atenció dels usuaris/àries, en lloc de fomentar una comunicació igualitària entre els diferents elements implicats – persona, dispositiu mòbil, entorn, objectes i altres persones.
Wheeler, S., Waite, S. J., et al. (2002). "Promoting creative thinking through the use of ICT." Journal of Computer Assisted Learning 18: 367-378.	Graduate School of Arts and Education / Rolle School of Education, University of Plymouth	Formal, escola de Secundària	Multimèdia (pàgina web)	Paper de les TIC en el desenvolupament del pensament creatiu	Partint de la premissa que a l'aula es desenvolupen tres grans models d'activitat –interacció social, solució de problemes i cognició creativa– i que en tots ells hi ha un component creatiu, es va dissenyar un test que integrés aquests tres models en la creació d'una pàgina web. Després de la realització de l'activitat es van passar uns qüestionaris i es van fer entrevistes sobre l'experiència.	En primer lloc, l'activitat era respectuosa amb els diferents estils i ritmes d'aprenentatge individuals: la possibilitat de treballar en tasques directament o indirectament relacionades amb l'objectiu permetia que tots els/les alumnes passessin la fase d' "incubació" necessària per les activitats creatives i assolissin un resultat satisfactori; el fet que el professor o el currículum no fossin el motor de la tasca sinó els propis alumne, els proporcionava sensació de control i els motivava a continuar amb la tasca; també contribuïa a mantenir la motivació la diversitat de tasques i el fet que de seguida podien obtenir continguts i presentacions satisfactoris, independentment de les seves capacitats reals en aquella habilitat concreta. Conclusió: les TIC contribuiran a augmentar o no la imaginació i la creativitat segons si el seu ús o disseny està dirigit o no a aquesta finalitat.
Winn, W. (2002). What can	College of Education,		RVI	Comprendre de quina		La capacitat de concreció millora la

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
students learn in artificial environments that they cannot learn in class? First International Symposium, Universitat d'Anadolu, Turquia: http://faculty.washington.edu/billwinn/papers/turkey.pdf .	University of Washington i Learning Center del HITL			manera RV pot ajudar a adquisició eliminació concepcions errònies i adquisició del pensament científic		comprensió però cal anar amb molt de compte amb l'ús de les metàfores perquè poden induir concepcions errònies si no es fan servir adequadament
Winn, W., Hoffman, H., et al. (1999). "Student-built virtual environments." Presence, Teleoperators Virtual Environments 8(3): 283-292. (Cita del propi Winn en un article compilatori)	College of Education, University of Washington i Learning Center del HITL		RVI	Conèixer quines variables influeixen en el concepte de presència		Hi ha un seguit de factors que influeixen negativament en la sensació de presència: l'habilitat espacial –únicament en les noies–, la manca de confort físic, la poca ergonomia de la interfície i l'edat. L'aprenentatge millorava substancialment a mesura que es naturalitzava la interacció amb la màquina perquè aquesta era capaç de captar i interpretar els moviments naturals de les usuàries i usuaris.
Winn, W., Windschitl, M., et al. (2002). Features of virtual environments that contribute to students' understanding of earth science. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans. (Cita del propi Winn en un article compilatori)	College of Education, University of Washington i Learning Center del HITL	Formal/Laboratori	RVI	Efecte de la tridimensionalitat/immersivitat sobre l'aprenentatge		El grup que feia servir la RVI va aprendre més sobre el moviment de l'aigua que no pas el que havia treballat amb el Desktop, però no hi havia diferències en relació amb la salinitat i el cicle de mares i això és degut a que aquests elements no exigeixen la percepció exacta del seu funcionament espàcio – temporal real, sinó que poden ser apresos a través de representacions relativament estàtiques i bidimensionals. Conclusió: la immersivitat és útil des del punt de vista cognitiu quan tractem amb fenòmens tridimensionals i dinàmics, que necessiten ser observats exactament tal com es produeixen a la realitat.
Wood, D. (1999). "Representing, learning and understanding." Computers & Education 33(2): 83-90. (Cita diversos estudis)				Influència del format de representació en l'aprenentatge i relació amb les característiques personals.		Diferents estudis demostren que l'aprenentatge d'un domini passa per la comprensió dels seus sistemes de representació. En general, s'ha comprovat que les representacions diagramàtiques ajuden a identificar patrons i regularitats del fenomen

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						estudiat. Les recerques sobre l'aprenentatge amb ordinadors han demostrat que és més fàcil comprendre i extreure lleis generals a partir de les regularitats expressades gràficament, que no pas directament a partir de les representacions numèriques. Els estudis sobre raonament humà han evidenciat que els diferents tipus de representació induïxen diferents perspectives perquè, malgrat que puguin contenir exactament la mateixa informació, recolzen estratègies cognitives diferents. Les comparacions entre els resultats obtinguts per experts/tes i principiants recolzen la idea que els/les primers/res manipulen i trien més fàcilment diferents tipus de representació en funció de la tasca perquè posseeixen una concepció més global i aprofundida del domini de coneixement, mentre que els/les altres en tenen una visió més fragmentada i factual i només poden actuar sobre els aspectes superficials. Els estudis de psicologia cognitiva i evolutiva han consolidat la idea que les persones prefereixen diferents formes de coneixement –per exemple, icònica, simbòlica i activa– i que cadascuna induïx diferents formes de representació i conceptualització.
<p>Youngblut, C. (1998). Educational uses of virtual reality technology. IDA Document D-2128. Institute for Defence Analyses. Alexandria, VA. Internet: http://www.hitl.washington.edu/research/knowledge_base/virtual-worlds.</p> <p>(informe estat de la qüestió)</p>				<p>Confort físic</p> <p>Influència de la immersivitat i la interactivitat en l'aprenentatge</p>	<p>Recull els resultats d'altres avaluacions.</p>	<p>Un dels principals problemes de la RV és la dificultat d'ús de la interfície i que els/les estudiants apreciaven que aquestes fossin el més multisensorials i naturals possible. Sovint també es parla de malestar, com ara desorientació i molèsties oculars en el cas dels entorns immersius, però no s'ha pogut demostrar que això tingués cap repercussió negativa sobre els resultats de l'aprenentatge.</p> <p>La immersió no té cap efecte intel·lectual</p>

Referència	Formació	Context d'aplicació	Tipus d'aplicació	Objectiu estudi	Metodologia	Resultats
						específic però en tots els casos, sense excepció, la immersivitat contribuïa a augmentar considerablement la motivació i això pot contribuir a reforçar indirectament l'aprenentatge. També esmenta que en tres casos es va poder establir una correlació significativa entre el grau d'immersió i els resultats de l'aprenentatge, tot i que són dubtosos perquè és molt probable que hi estiguin intervenint altres factors.
Yu, F. Y., Chang, L. J., et al. (2002). "Learning preferences towards computerised competitive modes." Journal of Computer Assisted Learning 18: 241-250.	Graduate Institute of Education, National Cheng-Kung University, Taiwan	Formal, Senior High School Students de direcció empresarial	Jocs de simulació	Paper que poden jugar els jocs competitius en el procés d'aprenentatge en funció de les característiques personals.	36 estudiants competien en un joc de preguntes i respostes en tres situacions diferents: amagar la identitat darrera un alies; competir un al costat de l'altre; i identitat revelada però interacció remota. Questionari després de les sessions per conèixer les seves preferències en relació amb els diferents modes d'interacció.	Les persones tenen diferents habilitats interpersonals i, en funció d'aquestes, prefereixen establir relacions més o menys competitives. El vessant lúdic, l'anonimat i la distància imposada per la màquina redueixen els estats emocionals negatius que es deriven de la competició i que sorgeixen més fàcilment en el contacte físic directe.
Zurita, G. i Nussbaum, M. (2004). "A constructivist mobile learning environment supported by a wireless handheld network." Journal of Computer Assisted Learning 20: 235-243.	Departamento de Sistemas de Información y Auditoría, Universidad de Chile / Departamento de Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad de Chile	Formal, escola de primària	PDA	Comprovar utilitat RA per l'aprenentatge des del punt de vista del constructivisme social.	Dos grups d'alumnes de 7 anys que treballaven, respectivament, amb un joc format per peces destinades a aprendre les regles sil·làbiques i amb la mateixa eina educativa en versió virtual dins un PDA. Test inicial, test final i filmació de les sessions.	Des d'un punt de vista general, l'ús de la tecnologia generava millors resultats que no pas el material real. També augmentava el nombre d'interaccions socials perquè cada alumne controlava el seu propi dispositiu i es podia moure per ensenyar els resultats als/les altres. Permetia planificar i guiar el procés d'aprenentatge en temps real, mostrant a l'alumne/a quan la paraula era correcta i quan no ho era.

CALE = Computer Assisted Learning Environment
CMCS = Computer Mediated Communication Systems
EVA = Entorns virtuals d'aprenentatge
ECA = Entorns computacionals d'aprenentatge
ILE = interactive learning environment