



L'hipertext i el processament de la informació a Primària

El format hipertextual i els seus efectes en el processament i la comprensió de la informació textual en infants d'educació primària

Anna Soria Andurell

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT DE BARCELONA
FACULTAT DE PEDAGOGIA
DEPARTAMENT DE TEORIA I HISTÒRIA DE L'EDUCACIÓ

L'HIPERTEXT I EL PROCESSAMENT DE LA INFORMACIÓ A PRIMÀRIA

**El format hipertextual i els seus efectes en el processament i la
comprensió de la informació textual en infants d'educació
primària**

Tesi Doctoral presentada per Anna Soria Andurell
Dirigida per Maria Rosa Buxarrais Estrada

Barcelona, octubre de 2011

CAPÍTOL 4. TEORIES DEL PROCESSAMENT DE LA INFORMACIÓ I L'APRENTATGE

4.1. EL PROCESSAMENT DE LA INFORMACIÓ

4.1.1. L'estudi de la cognició humana

Des d'una perspectiva evolucionista, l'ésser humà ha estat capaç de distingir-se de la resta de les espècies que poblen el planeta perquè posseeix, entre altres coses, una sèrie de capacitats que el converteixen en un organisme únic i privilegiat: la seva **activitat cognitiva o mental**. Aquesta activitat mental sorgeix en l'home com a fruit d'un llarg procés evolutiu, encara inacabat, dirigit principalment a la seva adaptació en l'entorn que l'envolta. Aquesta adaptació, no consisteix únicament en poder respondre a aquest entorn i les seves condicions, sinó que també busca poder representar l'entorn mitjançant el seu coneixement i utilitzar-ho per treure'n un profit propi individual i col·lectiu.

Tots els èxits assolits per l'ésser humà per aprofitar les seves capacitats cognitives es fonamenten en un **processament altament adequat de la informació**. El sistema nerviós és el sistema encarregat de detectar la informació de l'entorn, de processar aquesta informació i d'oferir una resposta a aquest entorn. El cervell, com a part fonamental d'aquest sistema nerviós, esdevé el centre bàsic d'aquesta activitat cognitiva (Pérez-Montoro Gutiérrez & Campos Havidich, 2004). En relació amb l'estructura organitzativa de l'òrgan cerebral, les investigacions que es fan en la ciència cognitiva, i especialment en neuropsicologia, amb l'objectiu de descriure l'activitat de la cognició assenyalen que el cervell presenta una clara organització modular. L'òrgan cerebral no es comporta com un tot unitari, com una intel·ligència única, que tracta tots els problemes de la mateixa manera, sinó que està constituït per una sèrie de mòduls o subsistemes semi-independents, que actuen en moltes ocasions en paral·lel i al marge de la consciència, i que estan especialitzats en el tractament de certs tipus d'activitats mentals. D'aquesta manera, cada mòdul s'encarrega d'un tipus especial de funcions cognitives.

La preocupació per investigar de forma científica i tecnològica els fenòmens del comportament, la ment i la intel·ligència, està present en diversos programes d'investigació i enfocaments des de finals del segle XIX i durant la primera meitat del segle XX. La psicologia, que fins aleshores havia considerat l'estudi de la conducta com una disciplina

sense validesa, va fer un gir amb els plantejaments de **John B. Watson**, que considerava el comportament com un objecte d'estudi en si mateix. Watson va estudiar l'adaptació dels organismes al seu entorn i els estímuls que provocaven les seves respostes, obrint les portes a una nova escola psicològica anomenada **Conductisme**. Els investigadors que el seguien buscaven desenvolupar teories sobre el comportament d'un organisme sense referir-se a allò que succeeix en la ment d'aquest. El Conductisme va dominar la psicologia nord-americana durant la primera meitat del segle XX.

L'aprenentatge va centrar la concepció dels conductistes; pensaven que la major part del comportament humà i animal podia explicar-se a través dels mecanismes d'aprenentatge bàsics que operaven sobre les experiències amb l'ambient. Les investigacions conductistes sobre l'aprenentatge es van realitzar amb animals ja que aquests no presentaven la complexitat de la cultura i el llenguatge ni les restriccions ètiques dels humans.

Però en la dècada dels anys cinquanta es va començar a creure que el Conductisme havia creat una explicació massa simple de la cognició humana, i va néixer el **Cognitivisme**, que defensava que tota la conducta humana no podia explicar-se només com a resposta a estímuls externs. Afirmava que els processos mentals complexos desenvolupaven una funció important en l'adaptació del comportament humà, i molts investigadors van començar a estudiar aquests processos mentals (Anderson, 2001). Aquesta història ha donat com a resultat dues tradicions per a l'estudi de l'aprenentatge; una tradició orientada a la conducta i centrada en l'aprenentatge animal, i una tradició orientada a la cognició i centrada en l'aprenentatge humà.

Per la seva banda, les teories de **Darwin**, sobretot després de la publicació de la seva obra *L'origen de les espècies* el 1859, van influir de forma important en les posteriors investigacions en psicologia en el camp de **l'aprenentatge i la memòria**. Els seus màxims exponents van ser Ebbinghaus, Pavlov i Thorndike.

Ebbinghaus va realitzar els primers estudis rigorosos de la memòria humana, utilitzant-se a sí mateix com a únic subjecte d'estudi. Aprenia sèries de síl·labes sense sentit i analitzava la seva capacitat de record i de reaprenentatge. Les seves principals contribucions van ser metodològiques i empíriques, i va iniciar una important tradició en la investigació de la memòria humana.

La corba de l'oblit d'Ebbinghaus il·lustra la pèrdua de retentiva amb el temps. Com més intens és un record, més temps es manté. Un gràfic típic de la corba de l'oblit mostra que normalment en uns dies o setmanes s'oblida només la meitat del que hem après, llevat que ho repassem. Cada repàs augmenta l'interval òptim necessari abans del proper repàs: per a una bona retenció, cal començar amb repassos diaris, després setmanals, i, fins i tot, amb anys de diferència. La major part de l'oblit es produeix durant la primera mitja hora; a partir d'aquí les pèrdues són menors.

La velocitat amb la qual oblidem depèn de diversos factors, com la dificultat de la matèria (sentit i significació de la informació), la representació que en fem i els propis factors fisiològics (com l'estrès i la son). El ritme d'oblit basal és pràcticament el mateix per a totes les persones. La diferència en el rendiment depèn de les representacions mnemòniques individuals, de manera que unes persones codifiquen i retenen la informació de forma més efectiva que unes altres. Ebbinghaus va mostrar que la corba de l'oblit resulta pràcticament inalterable quan es tracta d'experiències traumàtiques.

Els estudis de **Pavlov** amb gossos el van portar a la **Teoria del Condicionament Clàssic**, segons la qual un estímul condicionat associat a un estímul incondicionat que produeix una resposta incondicionada, també pot arribar a produir aquesta mateixa resposta, que passa a denominar-se resposta condicionada. Degut a que es considera un aprenentatge automàtic reflex, el condicionament clàssic ha estat un dels paradigmes preferits en aquells camps d'estudi que busquen les bases nervioses de l'aprenentatge (Anderson, 2001).

Per la seva banda, **Thorndike** va estudiar la capacitat i rapidesa d'aprenentatge d'alguns animals en situacions de repte, com la 'caixa problema' que va dissenyar per aquest fi. Els gats del seu experiment obrien la caixa per sortir-ne de forma casual al principi, trobant la palanca per obrir la porta, però de seguida aprenien el mecanisme i cada vegada en sortien amb més rapidesa. Thorndike es va referir a aquest fet com un aprenentatge per assaig i error. Aquest procés d'aprenentatge es coneix amb el nom d'**Aprenentatge Instrumental**, segons el qual un estímul positiu pot reforçar una resposta i un estímul negatiu pot desinhibir-la.

Pavlov i Thorndike van inspirar gran part del moviment conductista que va dominar a la psicologia nord-americana en la primera meitat del segle XX. Es pensava que el comportament i l'aprenentatge humà podia explicar-se en termes d'estímul i resposta, sense

tenir en compte altres processos mentals. Però uns anys més tard, els experiments de rates i laberints de **Tolman** van demostrar que allò que s'aprèn no és comportament, sinó coneixement, i que aquest pot utilitzar-se per guiar el comportament.

La **Teoria del Condicionament Operant** d'**Skinner** va demostrar que els estímuls reforçadors augmenten la freqüència d'una conducta, i els desinhibidors, la disminueixen, i va introduir els nivells de condicionament operant fix i variable segons la freqüència de reforç d'una resposta. Skinner estava interessat en la formació del comportament humà, i va concloure que tota conducta humana podia emmotllar-se i reforçar-se. Però va rebre nombroses crítiques per no tenir en compte aspectes com la personalitat i l'emoció humana, i per no ser capaç d'explicar la complexitat de la cognició humana, com en el cas dels processos del llenguatge.

Tanmateix, la 'revolució cognitiva' que va iniciar el renaixement de l'interès per la cognició humana i el pensament, va arribar de la mà del psicòleg suís **Jean Piaget**. Va ser un dels més importants exponents de la **Psicologia del Desenvolupament**, famós, sobretot, pels seus estudis sobre la infància i la seva Teoria del Desenvolupament Cognitiu. Piaget, a partir de la detallada observació del creixement dels infants, va elaborar la seva **Teoria de la Intel·ligència Sensoriomotriu** per descriure'n el seu desenvolupament. Segons aquesta teoria, la lògica comença a desenvolupar-se abans que el llenguatge i es genera a través de les accions del nadó en interacció amb el medi, especialment amb el sociocultural. Per a Piaget, la lògica és la base del pensament, i la capacitat cognitiva i la intel·ligència es troben estretament lligades al medi social i físic. Aquest psicòleg considerava que l'evolució psíquica humana depenia dels processos d'assimilació i d'acomodació, capacitats innates que es van desenvolupant en etapes o estadis del desenvolupament. Així, l'**assimilació** és el procés mitjançant el qual aprenem a distingir un objecte o concepte, és a dir, l'introduïm en el nostre repertori mental d'objectes i conceptes. D'aquesta manera podem diferenciar-lo dels altres i entendre el seu significat, què és i quines són les seves funcions. I l'**acomodació**, en canvi, és el procés amb el qual aprenem a utilitzar aquest objecte o concepte ja assimilats. Posem com a exemple les paraules: un nen petit aprèn el significat d'una paraula, entén què vol dir, a què es refereix, i l'introdueix dins el seu vocabulari mental; l'assimila. I després aprèn a utilitzar-la per anomenar l'objecte a què fa referència i l'introdueix dins del seu vocabulari parlat; l'acomoda. La teoria de Piaget afirma que aquests dos processos formen una 'reacció circular'; un cop s'ha assimilats i acomodats un objecte o concepte, o fins i tot una acció, aquesta pot re-assimilarse de nou o bé poden assimilar-se variacions d'aquesta, i es

pot aprendre a generalitzar a altres objectes, conceptes o accions. D'aquesta manera, cada nova assimilació porta a una nova acomodació.

Podem trobar dos tipus d'aplicacions educatives de la teoria de Piaget. Per una banda, les que han proposat activitats directament encaminades a accelerar l'aparició d'estructures, operacions concretes o formals. I per l'altra, les que han aplicat la filosofia piagetiana, és a dir, els supòsits que postulen que si s'enriqueix l'entorn d'estímuls del nen, creixerà la seva activitat cognitiva, o que el conflicte i la presa de consciència del conflicte són el motor del desenvolupament cognitiu.

Per a Piaget, el desenvolupament cognitiu es concep com el desplegament d'un pla intern de l'individu, de manera que les relacions interpersonals, les seves característiques i les seves repercussions, depenen del nivell assolit en aquest desplegament enlloc de ser en el seu origen. Són els processos cognitius els que determinen les relacions interpersonals i no a la inversa (Coll Salvador, 1990).

El **procés de construcció del coneixement** es concep com el resultat d'un acte autònom per part de l'alumne en interacció amb l'objecte de coneixement, però a la vegada, és competència del professor crear les condicions òptimes per a que es produeixi aquesta interacció constructiva entre l'alumne i l'objecte d'estudi. A tal efecte, els contextos d'interacció tenen la capacitat d'impulsar l'activitat autoestructurant de l'alumne i, per tant, en les seves repercussions sobre la construcció del coneixement. En aquest sentit, la tesi de **Vygotsky** apunta al paper de la interacció social en el desenvolupament dels processos psicològics superiors. Vygotsky assenyalava que moltes de les funcions psicològiques tradicionalment considerades com intrapersonals (desenvolupament del llenguatge, desenvolupament simbòlic, resolució de problemes, formació de conceptes, atenció i memòria, etc.) s'originen, en realitat, en un context interpersonal. Aquesta concepció va ser plasmada en la seva **Teoria de la Zona de Desenvolupament Pròxim**; la Zona de Desenvolupament Pròxim és la distància entre el nivell real de desenvolupament, determinat per la capacitat de resoldre independentment un problema, i el nivell de desenvolupament potencial, determinat a través de la resolució d'un problema sota la guia d'un adult o en col·laboració amb un altre company més capaç (Vigockij, 1979).

A principis de la dècada dels anys seixanta van sorgir diversos esforços transdisciplinaris per aconseguir una convergència teòrica i metodològica. En l'època en que el Conductisme va

començar a trobar dificultats, un nou mètode de construcció teòrica basat en simulació computacional va anar guanyant atenció en la psicologia. Aquest nou enfocament va ser introduït per **Newel i Simon**, que també van ser líders en el camp de la intel·ligència artificial, i van proposar fer que els ordinadors es comportessin de forma intel·ligent (Anderson, 2001). Van incorporar **idees de la intel·ligència artificial a les seves teories de la cognició humana**, i viceversa, i van mostrar que la simulació computacional permetia explorar complexitats abans ignorades. Al mateix temps que també van generar certa controvèrsia en descriure la cognició humana com si fos un ordinador. El **Computacionalisme** defensa una arquitectura funcional del sistema cognitiu molt propera a la de la intel·ligència artificial, considerant la ment com una màquina biològica que processa símbols a partir d'unes regles explícites emmagatzemades dins seu en forma de 'programes' (Sáiz, Baqués & UOC, 2008).

Però va ser en el camp de la resolució de problemes que van introduir l'estudi del coneixement i del comportament per separat, fent possible l'estudi de constructes mentalistes, i establint les bases per a la revolució cognitiva que ha transformat tota la psicologia des d'aleshores. En resum, Newel i Simon van mostrar que la simulació computacional podia utilitzar-se per modelar de forma rigorosa processos cognitius complexos i que els mètodes de solució de problemes podien convertir el coneixement en comportament (Anderson, 2001).

El 1968 **Atkinson i Shiffrin** van publicar una **Teoria de la Memòria Humana** que recollia tot el que en aquell moment se sabia sobre el tema. Ja aleshores es creia en l'existència de dos tipus de memòria; una memòria a curt termini i una memòria a llarg termini. Per una banda, la Memòria a Curt Termini va ser considerada com un sistema d'emmagatzematge temporal que contenia una quantitat reduïda d'informació, mentre que la Memòria a Llarg Termini va ser considerada com un dipòsit de coneixement més permanent, sense cap limitació de capacitat aparent, però en la que és difícil introduir coneixement. La teoria considerava que el coneixement havia de ser assajat en la Memòria a Curt Termini durant un temps perquè entrés a la Memòria a Llarg Termini. Però aquesta no va tenir en compte alguns problemes sobre les condicions d'organització i recuperació de la informació, de manera que es va començar a qüestionar la distinció entre aquests dos tipus de memòries. Avui pocs autors creuen encara en aquestes teories, però segueixen sent molt influents. El fet que els psicòlegs hagin estat capaços de trobar limitacions a la teoria original i de proposar millors teories representa un triomf de la psicologia moderna (Anderson, 2001).

Va ser a partir de la dècada dels setanta, que l'estudi de la intel·ligència i el seu desenvolupament dins el marc de la psicologia del desenvolupament cognitiu va anar deixant poc a poc d'interessar-se per com la ment es dota d'estructures, principal preocupació de la teoria piagetiana, i es va centrar en comprendre el seu funcionament, és a dir, quines són les operacions que executa o les estratègies que posa en joc. Aquesta nova perspectiva té les seves arrels en la tecnologia informàtica: **concep la ment humana com un dispositiu que emmagatzema informació** i computa entitats que reben el nom de 'símbols'. Però l'èmfasi en els processos porta a descriure'ls minuciosament, per la qual cosa se'ls ubica en dominis mentals diferents i es detallen les seves tasques descomponent-les en sub-processos successius.

El **cognitivistes** buscaven recuperar la ment com a objecte d'estudi, en part degut al descontent amb el Conductisme, però en part també degut a l'avanç de la computació i a l'explosió de les Teories del Processament de la Informació, que assimilaven el funcionament cognitiu humà al de l'ordinador, i destacaven el concepte de **connexió entre unitats d'informació**; com **la informació estimula les xarxes neuronals** de manera que l'aprenentatge és capaç de modificar aquestes connexions. Els estudis realitzats en el camp de la memòria van demostrar que aquesta millora amb l'aprenentatge, i des de la psicobiologia es va mostrar que quan hi ha un aprenentatge, hi ha una estimulació cerebral que augmenta la intensitat de les connexions neuronals provocant el que s'anomena una Potenciació a Llarg Termini (associació d'una sinapsi dèbil amb una de forta quan coincideixen en el temps). En definitiva, **l'aprenentatge implica canvis neurals** en aquelles àrees cerebrals implicades en els processos de memòria. Quan activem aquestes àrees i també durant la fase REM mentre dormim, és quan es dona una consolidació més gran de memòria.

Però un dels principals motius que va donar ales als psicòlegs del desenvolupament per acceptar un enfocament de la cognició basat en una analogia entre la ment i el computador, va ser la cerca de models de funcionament que permetessin analitzar la organització del coneixement en termes no estructurals i més concrets que els piagetians. Els **treballs inspirats en la metàfora de l'ordinador** defensen que qualsevol problema que es presenti a la ment humana pot descompondre's en una sèrie de processos específics que segueixen un ordre seqüencial fins arribar a la resolució de la tasca (Perinat, 1998). **Newel i Simon** van ser els pioners d'aquest enfocament i la seva teoria del processament de la

informació va influenciar decisivament en els treballs que posteriorment es van realitzar en l'àmbit de la psicologia evolutiva.

Dins del marc genèric de la **Teories del Processament de la Informació** destaquen dues grans línies teòriques. La primera assumeix el caràcter computacional de la ment humana i dedica el seu esforç a explicar i descriure els processos de pensament en la resolució de tasques en forma de programa. Aquests programes poden ser utilitzats per processar i codificar la informació, sigui aquest un ordinador o la ment d'una persona. La segona visió, l'anomenada neo-piagetiana, parteix dels mateixos postulats generals però no troba necessari incloure models de simulació computacional.

La intenció dels **neopiagetians** és utilitzar la teoria de Piaget, depurant-la d'aspectes inconciliables i introduint detalls dels models de processament de la informació compatibles amb ella. Un dels seus pioners, Juan Pascual-Leone, va expressar el seu rebuig a deixar de banda els conceptes piagetians d'estadi així com el d'equilibració, però considerava fonamental entrar en el detall dels procediments de manera que les estructures invariants cobressin nova llum i a més – i aquí resideix una de les peculiaritats d'aquesta teoria- que fos possible quantificar-les (Perinat, 1998). Per als neopiagetians, **el paper de la memòria és essencial en el processament de la informació**, i descriuen l'aprenentatge en tres fases: la introducció de noves dades, la seva representació mental i, finalment, el seu processament. Postulen que la capacitat mental creix amb l'edat, i que els nadons, al poc de néixer, ja tenen representacions mentals. Però el pas important per al processament de la informació és el procés a través del qual aquestes representacions mentals es converteixen en coneixements.

Aquesta teoria, denominada de la **Redescripció Representacional**, defensa que els nens reelaboren les seves representacions mentals a diferents nivells. El primer nivell consisteix en representacions mentals que són sistemes operatius simples, emmagatzemats en la memòria del nen de forma independent, sense connexions entre elles. En el segon nivell, el nen redesciu les seves representacions i aprèn a crear connexions entre elles, però encara no és conscient de la seva existència i, per tant, no és capaç encara de formular-les, de verbalitzar-les. Aquest segon nivell suposa una redescripció de les representacions mentals del primer nivell basada en les experiències perceptives del nen. Finalment, en el tercer nivell, es dona una nova redescripció que fa les representacions mentals "accessibles a la consciència", de manera que el nen sap el que està fent i pot verbalitzar-ho (Perinat, 1998).

Així, davant d'un problema, els nens apliquen esquemes mentals propis basats en les seves experiències. Aquesta és la que els neopiagetians anomenen la **Teoria del Models Mentals**.

Les teories **cognitivistes** coincideixen en considerar que **els nens neixen ja amb alguns esquemes perceptius** que apliquen per desenvolupar-se sensorialment en el seu entorn. La informació que reben és filtrada en diferents mòduls a nivell cognitiu abans d'arribar a la pròpia consciència i, d'aquesta manera, el creixement consisteix en una acumulació d'experiències. Però aquestes experiències no poden modificar els mòduls existents que filtren la informació que arriba al nen. Així, davant d'un conflicte cognitiu, el nen aplica els seus esquemes mentals, encara que moltes vegades aquests resulten no ser vàlids. És aleshores quan el nen acomoda els seus esquemes a la nova informació, i passa a veure el problema o conflicte cognitiu d'una manera diferent. **Piaget** defensava que, en el seu desenvolupament, els nens van substituint les formes de pensar que els resulten menys vàlides per a resoldre els seus conflictes, per altres formes de pensament més abstractes i generals, en un procés d'autoconstrucció. Les **representacions mentals**, com a representacions d'experiències percebudes, s'utilitzen per conservar la informació que no hi és, i esdevenen imprescindibles per al pensament; tot procés psicològic va acompanyat d'una imatge mental (Perinat, 1998). I els **esquemes mentals**, com a estructures actives de coneixement que s'adquireixen amb l'experiència, són els que actuen en la comprensió de la informació.

Un altre aspecte a destacar de les teories cognitivistes és la idea de consciència reflexiva com a procés d'aprenentatge, és a dir, **reflexionar sobre les pròpies representacions mentals pot modificar-les**. D'aquí la importància que aquestes teories donen a la metacognició; pensar sobre el pensament és útil per a aprendre.

4.1.2. El processament de la informació i la memòria

Els últims avenços en investigació del sistema nerviós han permès aprofundir en els estudis sobre aprenentatge i memòria, tant en animals com en humans. Això ha fet possible el sorgiment de diversos models teòrics que han intentat aportar explicacions i descripcions al funcionament de la ment humana, posant especial atenció en els processos d'aprenentatge, processament de la informació i memòria.

El sistema nerviós dels éssers humans i d'altres organismes similars, comprèn un sistema nerviós central, consistent en medul·la espinal i cervell, i un sistema nerviós perifèric, consistent en nervis sensorials, que porten informació dels receptors, i nervis motors, que envien ordres als músculs. Però una de les principals dificultats a l'hora d'estudiar-lo és que té una estructura tridimensional; moltes àrees importants estan ocultes dins d'ell.

El cervell humà es divideix en l'escorça cerebral, que està involucrada en la major part de les funcions cognitives superiors, i en les àrees subcorticals, que s'encarreguen de les funcions més bàsiques, com la respiració, la deglució, la digestió i els batecs del cor. Aquestes àrees subcorticals es troben també en espècies més primitives que no tenen escorça cerebral o que la tenen poc desenvolupada. El cerebel està relacionat amb el moviment motor i la coordinació, l'hipotàlem regula les pulsions bàsiques, i el sistema límbic, en particular l'hipocamp, desenvolupa funcions importants en la memòria.

Les cèl·lules més importants del sistema nerviós són les neurones. En el cervell humà hi ha uns 100 mil milions de neurones, i, tot i que n'hi ha de diferents formes i mides, la majoria tenen alguns components bàsics comuns; com les dendrites (ramificacions del cos de la neurona) i l'axó (extensió de la neurona que la comunica amb les altres). Les neurones no s'arriben a tocar, es comuniquen per mitjà de sinapsis químiques produïdes per neurotransmissors, però una sola neurona pot comunicar-se amb més de mil neurones a la vegada, enviant i rebent informació de totes elles. D'aquesta manera, el sistema nerviós es caracteritza per una gran quantitat d'interconnexions entre neurones en forma de gran xarxa, i tot el processament d'informació en el sistema nerviós implica aquest pas de senyals entre neurones (Anderson, 2001).

Quan parlem d'aprenentatge, parlem del canvi que aquest implica en el comportament i per tant ha de suposar algun canvi en la forma en què es comuniquen les neurones. Actualment es creu que els canvis en aquesta comunicació comporten canvis en les connexions sinàptiques entre neurones. L'aprenentatge té lloc en augmentar l'eficàcia de les connexions sinàptiques existents. Actualment, no és possible estudiar de forma directa què està passant en 100 mil milions de cèl·lules que només es poden veure mitjançant un microscopi. Però sí és possible inferir sobre el que succeeix a nivell neuronal. L'estudi del cervell és una de les àrees de més ràpid creixement en la psicologia, tot i que encara estem lluny d'una comprensió adequada de les bases nervioses de l'aprenentatge i la memòria.

Les teories del processament de la informació intenten entendre els canvis generals produïts per l'aprenentatge, mentre que les teories nervioses busquen entendre com es donen aquests canvis en el cervell. Si es concep l'aprenentatge com el procés pel qual succeeixen canvis duradors en el potencial conductual com a resultat de l'experiència, es concep a la vegada la **memòria** com el registre de l'experiència que hi ha darrere d'aquest l'aprenentatge (Anderson, 2001). Per aquest motiu, estudiar la memòria és tant important com estudiar la ment: l'emmagatzematge de la informació, el paper dels esquemes en la comprensió i formació dels conceptes, la interrelació de la informació i l'elaboració de noves informacions, i les transferències i aplicacions de la informació emmagatzemada (Hernández & García, 1991).

Hi ha tres tipus bàsics de memòria segons la duració de la retenció de la informació: la Memòria Sensorial, la Memòria a Curt Termini i la Memòria a Llarg Termini.

La **Memòria Sensorial** fa que es perllongui lleugerament la sensació captada pels sentits, no més de dos segons, i no és possible controlar-la de forma conscient, atès que es dona de manera automàtica. La capacitat de la memòria sensorial cobreix uns 12 elements d'informació o 'chunks' si no hi ha recordatoris. Dins dels tipus de memòries sensorials, trobem la memòria icònica, de la que forma part la capacitat espacial, que es basa fonamentalment en els moviments oculars. El cervell recorda amb més força aquells elements en els que més s'hi han fixat els ulls. Aquest fet està directament relacionat amb els processos de lectura, en els que fixar la vista en la part superior de la línia, augmenta la velocitat de codificació i disminueix l'esforç per retenir la informació.

La **Memòria a Curt Termini** és capaç de retenir i recuperar entre 7 i 9 elements o 'chunks' durant un període d'entre uns 10 a 15 segons sense recordatori posterior o un pas a la Memòria a Llarg Termini. Aquest tipus de memòria prioritza la recuperació dels primers i últims elements d'una sèrie donada, així com els elements separats en unitats més petites, en detriment de llargues llistes d'elements. La Memòria a Curt Termini es concep com un magatzem separat de la Memòria a Llarg Termini, fins i tot físicament, aquesta s'ubica en el còrtex prefrontal, mentre que la segona implica el cerebel i l'hipocamp. Aquest tipus de memòria també s'ha anomenat **Memòria Operativa o de Treball**, que es considera actualment com una capacitat cognitiva bàsica, i que ens permet mantenir i manipular la informació que necessitem en la realització de tasques cognitives complexes com l'aprenentatge, el raonament i la comprensió. La seva funció, per tant, no és només la d'un simple dispositiu d'emmagatzematge a curt termini, sinó que intervé de manera essencial en el control i processament actiu de la informació (García Madruga et al., 1999). I ha estat en el camp de la comprensió del discurs on s'ha manifestat de forma més clara el paper especialment rellevant de la Memòria Operativa.

La Memòria Operativa estaria formada per dos subsistemes que s'encarregarien, per una banda, de manipular i mantenir la informació visual i espacial, i per l'altra, del procés i emmagatzematge temporal de la informació verbal (Baddeley, 1986; 2009). No està clar, però, si amb l'edat augmenta l'espai de Memòria Operativa, o bé si el que augmenta és la velocitat i eficàcia de les operacions realitzades, alliberant espai en la Memòria Operativa per a la realització d'altres tasques i operacions. L'evidència experimental disponible en aquest moment, no permet aclarir si existeixen diferències evolutives només en aquesta eficàcia funcional o si també es dona un creixement estructural en la capacitat, de manera que el debat continua obert (García Madruga et al., 1999). Per a alguns autors, la capacitat central de processament creix amb l'edat fins a l'adolescència, i són molts els estudis que han demostrat que a mesura que augmenta l'edat – especialment entre els 8 i els 12 anys - augmenta també la velocitat amb la que es realitzen diversos processos cognitius. Així, un augment de la velocitat de processament amb l'edat produiria una articulació i una codificació de les paraules més ràpides, facilitant una retenció més precisa, que finalment repercutiria en una comprensió superior (Pascual-Leone, 1984; García Madruga et al., 1999). El que sí sembla clar és la relació entre capacitat de memòria i processament de la informació, i que la Memòria Operativa es desenvolupa amb l'edat.

Per la seva banda, la **Memòria a Llarg Termini** té capacitat il·limitada i pot retenir la informació durant tota la vida, sempre que les claus i vies d'accés estiguin disponibles. Diversos estudis afirmen, tot i que existeix controvèrsia, que dormir les hores adequades facilita el seu correcte funcionament, atès que dóna al sistema temps per a consolidar la informació recentment codificada. La Memòria a Llarg Termini no és un simple magatzem sinó que la seva activitat és, pràcticament, l'activitat de tot el pensament: té funcions de control sobre el material que entra i surt, organitza la informació emmagatzemada, la relaciona entre sí, obté noves informacions... (Hernández & García, 1991).

El procés de la memòria es divideix en tres estats: adquisició, retenció i recuperació de la informació. **La ment humana funciona com una xarxa de coneixements connectats entre sí per associacions**, de manera que quan percebem un element de l'entorn que ens evoca un coneixement que tenim emmagatzemat, podem evocar també aquells altres coneixements que tenim associats a aquest. Aquest fet s'anomena **imprimació associativa**; la disponibilitat dels registres de la memòria augmenta quan aquests estan associats amb informació que es troba en l'ambient. Ebbinghaus i altres investigadors van demostrar que si s'aprèn una informació i es va repetint a manera de pràctica, s'obtenen millors resultats de retenció, i, com ja apuntava la teoria de Rescorla i Wagner, la repetició augmentava la força de l'associació entre dos estímuls.

Però quin és el format que adopten els records una vegada han estat adquirits? Quin és el lloc que ocupa la representació mental en el sistema cognitiu i de quina manera afecta a la nostra conducta la codificació mental de les nostres experiències? En definitiva, com s'organitza i relaciona entre si tot el coneixement que anem acumulant sobre el món al llarg de la vida? Quan processem un estímulo, encara que no ens n'adonem, la nostra ment treballa amb estructures mentals internes, símbols o representacions mentals, que serveixen per a interpretar i donar sentit a les nostres percepcions. Les representacions mentals manipulades pel sistema cognitiu guarden tota la informació rellevant sobre la realitat a la qual fan referència. Més enllà de l'aparença externa de les coses que captem de forma sensorial, les representacions mentals processen també l'estructura interna de la realitat per aconseguir un coneixement profund dels objectes del nostre entorn (Sáiz, Baqués & UOC, 2008).

Els psicòlegs de **l'escola gestaltista** ja van apuntar que la percepció no podia ser únicament el resultat de sumar totes les sensacions associades a un estímulo físic (color, olor,

forma, tacte, etc). I avui la psicologia cognitiva confirma que qualsevol acte mental, inclòs el de percebre, està condicionat pel conjunt de coneixements que les persones tenen en la seva memòria en forma de representacions mentals. Així, **el significat del que veiem depèn del que sabem, o creiem saber**, sobre com és el món, i no exclusivament de les sensacions que els estímuls provoquen directament en els sistemes sensorials. Des d'un punt de vista adaptatiu, tenir un sistema de representació intern ens permet anticipar el comportament de les coses que ens envolten i planificar la nostra pròpia conducta en conseqüència (Sáiz, Baqués & UOC, 2008). L'existència d'aquest sistema de representació mental permet a la psicologia comprendre per què l'ésser humà és capaç d'elaborar expectatives, planificar la seva conducta i projectar cap a un futur les seves metes i objectius.

Amb la percepció o el record d'un estímulo, s'activa una representació mental interna que excita al seu torn tot el conjunt de coneixements que hi estan relacionats, de manera que un estímulo determinat activarà una xarxa de significats relacionats amb aquest, que dependrà de les experiències personals que cada subjecte hagi adquirit sobre aquest estímulo i els significats relacionats amb aquest. En totes les operacions mentals hi participen els processos de representació, tant si percebem com si recordem un estímulo, el nostre sistema cognitiu activa una estructura subjectiva que substitueix de forma cognitiva l'objecte real i ens permet manipular mentalment la realitat (Sáiz, Baqués & UOC, 2008).

Entre els processos que formen la codificació de la informació, podem diferenciar entre **selecció, adquisició, construcció i integració**. La selecció es refereix al procés d'atenció selectiva que enfoca la ment a certes parts de la informació. L'adquisició és el procés pel qual la informació passa de la Memòria de Treball a la Memòria a Llarg Termini, i suposa l'emmagatzematge de fragments específics d'informació. La construcció és el procés a través del qual formem connexions internes entre els idees adquirides a partir del text, i implica una reorganització de les idees seleccionades en una estructura coherent. I, finalment, la integració consisteix en localitzar els coneixements previs rellevants per connectar amb les idees adquirides, accedint al coneixement existent i estructurant les noves idees en aquest cos de coneixements. Quan aprenem a partir de la lectura d'una informació textual, per exemple, aquesta informació es representa en forma de xarxa composta per nodes d'informació connectats entre sí, construint contínuament ponts entre la nova informació i els nostres esquemes i coneixements previs (Hernández & García, 1991; Paradiso, 2001).

Des del punt de vista neuronal, es considera que l'hipocamp està relacionat amb la creació de nous records, però no en la seva preservació. Diversos estudis mostren que els **diferents tipus de memòria s'emmagatzemen en diferents àrees corticals**, responsables de processar, cadascuna, un tipus d'informació. És a dir, els records visuals s'emmagatzemen en les regions responsables del processament visual, i els records de la parla s'emmagatzemen en àrees responsables del processament del llenguatge. D'aquesta manera, l'hipocamp és responsable de la creació de noves configuracions d'elements en l'escorça, que pot reforçar de manera gradual aquests records.

Tanmateix, els diferents tipus d'informació tenen formes característiques de codificació, conegudes com **codis de memòria**. En aquesta línia, autors com Bower (1972), a *Mental imagery and associative learning* (citat a Anderson, 2001), o Paivio (1971), a *Imagery and verbal processes*, defensen la **Teoria del Codi Doble** afirmant que tenim diferents codis per codificar el material verbal i el visual. La informació verbal s'emmagatzema en seqüències de paraules i la informació visual en registres de memòria en forma d'imatges. També es parla d'un codi espacial per al material visual i d'un codi lineal per al material verbal (Anderson, 2001).

Existeixen evidències que el material visual és més fàcil de recordar, les imatges mentals intervenen en moltes de les activitats superiors del sistema cognitiu, com la creativitat o la resolució de problemes, gràcies a la seva naturalesa dinàmica i flexible, i esdevenen essencials per a determinats raonaments (Sáiz, Baqués & UOC, 2008). Però la **memòria per a la informació gràfica** ve determinada per l'habilitat de l'individu per trobar interpretacions significatives d'aquesta imatge. D'aquesta manera, podem millorar la memòria del material verbal elaborant imatges visuals d'aquest. La **Teoria Dual** de Paivio defensa l'existència de dos tipus de representacions mentals; la semàntica i la visual. El psicòleg canadenc Allan Paivio, va elaborar una de les primeres i més influents aproximacions experimentals al tema de la representació mental; la Teoria de la Doble Codificació. Paivio considera que el sistema cognitiu treballa amb dos tipus diferents de representacions mentals.

La teoria assumeix que la conducta cognitiva és mediatitzada per dos sistemes simbòlics, independents però estretament interrelacionats, que estan especialitzats en la codificació, organització, transformació, emmagatzematge i recuperació de la informació. El sistema d'imatges està especialitzat en el tractament de la informació perceptiva sobre objectes i

esdeveniments no verbals, mentre que el sistema verbal està especialitzat en el tractament de la informació lingüística. Els sistemes es diferencien en la naturalesa de les seves unitats de representació, el mode d'organització d'aquestes en unitats superiors, i el mode de reorganització o transformació possible de les estructures (Paivio, 1978). El sistema cognitiu treballa tant amb imatges com amb paraules i proposicions per representar la realitat, per tant, hi ha un doble sistema de codificació (imaginatiu i verbal) que necessàriament té les mateixes característiques estructurals i funcionals dels formats analògics (imatges) i digitals (proposicions) (Sáiz, Baqués & UOC, 2008).

Esdevé, doncs, més fàcil recordar en imatges que en conceptes, i com menys abstractes millor. Però resulta que els processaments visuals i semàntics es donen en paral·lel, de manera que si l'estímul entra pels dos canals es recordarà millor perquè tindrà més suport perceptiu i cognitiu. És a dir, i a tall d'exemple, hi ha millor codificació i retenció si els estímuls visuals i acústics es donen alhora, perquè la Memòria a Curt Termini treballa amb dos subsistemes diferents codificant a la vegada aquests dos tipus d'estímuls per vies diferents. Això explica que es puguin fer dues tasques alhora sempre que els seus estímuls no requereixin utilitzar el mateix subsistema. Si, en canvi, els estímuls impliquen compartir el canal o via de codificació, el temps de resposta augmenta o disminueix l'èxit de la tasca. Tanmateix, si no hi hagués un coneixement verbal sota cada imatge, probablement no la podríem imaginar, de manera que la imatge sola no millora el record, sinó la seva relació semàntica amb la resta d'estímuls verbals (Paivio, 1986).

Un dels investigadors més destacats en el camp de les **imatges mentals** ha estat **Kosslyn**, que defensa també l'existència de dos sistemes d'emmagatzematge diferents en els que es representa el coneixement dels objectes: un de naturalesa visual i un altre de naturalesa proposicional o semàntic. El magatzem visual disposa d'informació sobre com es generarà la imatge en el medi espacial; aquest magatzem disposa de formes bàsiques d'imatges d'objectes a mode d'esquelets que poden ser completades amb informació addicional específica. Per la seva banda, el magatzem proposicional és amodal i conté informació sobre significats, propietats o relacions (Crespo, 2002).

Segons Kosslyn, quan s'exigeix a algú formar una imatge d'un objecte, primer es busca en el magatzem proposicional per localitzar informació vinculada a un 'esquelet'. Quan es localitza, es disposa en el medi espacial mental i aleshores es pot continuar localitzant tota la informació proposicional que sigui necessària per completar o modificar la imatge

progressivament. Una vegada la imatge està disposada i completada per a la tasca exigida, aquesta es pot modificar mentalment a través de sistemes d'exploració, ampliació o reducció, i per rotació mental.

Kosslyn i els seus col·laboradors consideren que totes les persones manifesten tenir imatges mentals similars a les imatges percebudes del món exterior. De manera que la imatge constitueix el material informatiu que reproduïx, en la ment, els aspectes equivalents als estímuls físics de la realitat captats pels sentits, servint de material bàsic per generar abstraccions, esquemes, relacions lògiques, etc. (Hernández & García, 1991).

En la aquesta línia, **Bower** va realitzar un experiment en el que els subjectes tractaven de memoritzar llistes de vint paraules associades; en la situació experimental es va demanar als subjectes que creessin imatges d'aquestes paraules associades; el grup control només va estudiar les paraules associades. El resultat van demostrar que el grup control va evocar un 45% de les paraules associades, mentre que el grup experimental va evocar un 75% de les mateixes. En estudis posteriors, s'ha vist que les imatges interactives, en les que els diferents elements entren en relació, ajuden a la memorització i posterior recuperació d'aquestes i dels seus conceptes, i que les imatges que resulten extravagants són encara més útils per la seva distinció (Bower, 1972).

Altres teories en aquest sentit, com la **Llei de la Contigüïtat**, afirmen que les informacions que es presenten juntes tendeixen a associar-se, i ho demostra el fet que la majoria de les mnemotècnies es basen en l'associació de conceptes o estímuls. Però les característiques pròpies del material també poden facilitar el seu processament i la seva posterior recuperació; com més sentit i organització té la informació, millor és la seva memòria. Tanmateix, els crítics de les teories de la imatge mental consideren que aquesta és només una metàfora, que les imatges en sí mateixes no tenen una entitat funcional, que són neutres, i proposen altres teories com la **Teoria Proposicional**. Aquesta teoria afirma que la informació es codifica en un codi abstracte, universal, basat en les propietats dels conceptes i en les seves relacions lògiques, de manera que la proposició és la unitat semàntica més petita amb un valor real. La consideració dels conceptes i les seves relacions admeten una representació configuracional en forma de xarxa, representada per nodes i baules, respectivament (Anderson, 1990). Els conceptes, per la seva banda, se situen entre les imatges i les proposicions, poden ser considerats com 'imatges d'imatges', és a dir, com generalitzacions d'imatges (Hernández & García, 1991).

Pel que fa a la **memòria de la informació verbal**, s'ha comprovat que, quan les persones escolten una frase tendeixen a recordar alguna interpretació significativa d'aquesta, més que no recordar les paraules exactes. És a dir, les persones tendeixen a recordar el significat d'allò que escolten o llegeixen, deixant de banda la seva aparença, així com el significat de les seves experiències, més que no pas els detalls d'aquestes. Diversos investigadors han mostrat que la informació sensorial s'oblida més ràpidament, mentre que la informació semàntica es recorda i reté millor (Sachs, 1967).

Altres autors parlen de **macroestructures** referint-se a un **punt de trobada entre les idees del discurs i les del que el comprèn**, àmbit en el que el llenguatge s'enllaça amb móns mentals de coneixements per produir la comprensió (Belinchón, Rivière & Igoa, 1992). El subjecte construeix en la seva ment l'essència semàntica o idea del text que emmagatzema i recorda. Aquesta representació és el resultat d'un procés constructiu en el que la informació que el text proporciona així com els coneixements previs del subjecte, interactuen i s'ajusten fins a obtenir una interpretació del significat global d'aquest text. Les operacions necessàries per aconseguir construir el significat global del text graviten sobre diferents nivells de representació, cada vegada més elaborats, que estructuraven i organitzen els continguts procedents del text, integrant-los amb aquells que són recuperats de la memòria, i que van més enllà de l'anàlisi sintàctic o semàntics dels components de les oracions individuals (García Madruga et al., 1999).

És més, els diferents nivells que es construeixen per elaborar la informació que el text proporciona, compleixen diferents papers en els processos de comprensió i memòria: en primer lloc, el nivell de **'representació superficial del text'** no sembla tenir un paper massa important en la memòria i l'aprenentatge, sinó que més aviat sembla tenir una funció relacionada amb les operacions de reconeixement de paraules necessàries per a realitzar operacions posteriors. En segon lloc, el nivell de **'representació de la base del text'** permet al subjecte connectar diferents idees sobre el text, reelaborant-les semànticament, i establint nivells jeràrquics entre les diferents idees que componen l'estructura del text. Finalment, el nivell de **'representació del model situacional'** permet generar inferència i noves oracions, són una representació de la situació real que descriu el text i poden suportar reelaboracions molt diferents de la base del text. A més, són el resultat de la comprensió i el principal contingut de la memòria del text, sobre el que han de desenvolupar-se les operacions destinades a l'aprenentatge (García Madruga et al., 1999).

D'aquesta manera, mentre que la 'representació superficial del text' es caracteritza per contenir exactament les mateixes paraules i frases que provenen del text, el nivell de 'representació del text base' es compon d'un conjunt de proposicions que representen idees i conceptes activats durant el processament del text, però que tot i resultar isomòrfiques en relació amb el text, esdevenen ja representacions mentals de les idees d'aquest. Però, com es construeixen les representacions de la base del text partint de la representació superficial d'aquest? I com s'incorporen els elements provinents del coneixement previ del subjecte?

El coneixement previ del subjecte, procedent de la Memòria a Llarg Termini, està representat en una xarxa de proposicions, continguts lògics semàntics expressats per una oració, anomenats 'nodes' i connectats entre sí. El resultat final del procés de construcció d'aquesta representació del text base és un conjunt de proposicions procedents tant del text com del coneixement previ del subjecte. I aquestes tant es poden activar per associació amb el coneixement emmagatzemat en la Memòria a Llarg Termini, com en forma de resposta als objectius o demandes de la tasca. Els coneixements previs del subjecte són utilitzats com plantilles per formar les proposicions de la base del text per obtenir-ne el significat global, de manera que l'experiència prèvia pot determinar la forma com una persona selecciona i organitza la informació. Així, un nivell alt de coneixements previs sobre un tema ens pot fer utilitzar estratègies més adequades per seleccionar els aspectes més rellevants d'un text (Kintsch, 1990).

Allò que caracteritza als lectors dolents o pobres és que basen la seva lectura en operacions de processament centrat fonamentalment en els nivells superficials o microestructurals de la representació mental del text i, per tant, no connecten adequadament amb els seus coneixements previs, i no realitzen operacions d'integració semàntica més globals (García Madruga et al., 1999).

En el cas dels nens, es mostra de forma més clara que els seus coneixements previs influeixen en la seva retenció d'estímul complexos, com un fragment textual o una història, fins al punt que aquests coneixements determinen la forma en què la informació s'emmagatzema i es recupera de la memòria (Kail, 1984). A mesura que els nens adquireixen més coneixements en un camp en concret, van construint representacions mnemotècniques de la informació cada vegada més complexes i elaborades, i en moltes ocasions, poden no distingir una informació nova donada del que ja saben sobre aquest tema. Els nens aprenen de seguida a realitzar inferències sobre la informació que els arriba

per tal de poder-la inserir coherentment en els seus propis esquemes mentals elaborats amb la informació ja emmagatzemada. La tendència a realitzar inferències d'aquest tipus es desenvolupa considerablement durant els anys de l'escola primària (Kail, 1984). Així, a mesura que els nens creixen, semblen representar els estímuls significatius en una xarxa cada vegada més complexa de relacions semàntiques, amb la conseqüència mnemotècnica que poden recordar millor allò que han sentit o llegit.

David Ausubel, psicòleg i pedagog nord-americà, un dels principals referents del Constructivisme i defensor d'aquest en l'àmbit educatiu, va elaborar la **Teoria de l'Aprenentatge Verbal Significatiu**, segons la qual, generalment l'alumne rep la informació de forma verbal, i aquest aprenentatge pot resultar significatiu. Per a l'autor, aquest tipus d'aprenentatge té l'avantatge que es reté durant més temps, augmenta la capacitat de relacionar-lo amb altres conceptes i facilita el reaprenentatge en cas d'oblit. Però assenyala que, per a aquest tipus d'aprenentatge es doni, és necessari que el material o informació tingui significat per sí sol. Cal partir de conceptes generals i anar detallant, però també és important la significació psicològica; l'alumne ha de tenir conceptes previs relacionats amb la nova informació; és més senzill recordar una informació si aquesta es connecta amb la xarxa de coneixements del cervell, ja que aleshores pren sentit i activa les connexions mentals al seu voltant, contextualitzant-la i ubicant-la en el lloc de la Memòria a Llarg Termini que li pertoca per a la seva posterior recuperació. I, finalment, destaca la motivació de l'alumne; s'ha de canviar el tipus d'avaluació, potenciar la significació i no la memorització. En definitiva, cal plantejar problemes nous; el tipus de codificació és tant important que resulta molt més decisiu per a l'aprenentatge i la retenció que la simple intencionalitat o la motivació de la persona (Ausubel, 1963).

Segons **Tulving**, la major part de la organització de la informació és semàntica, per tant, **la memòria es basa en el significat de la informació**. D'aquesta manera, les seves **Teories de la Memòria Semàntica** expliquen la organització dels continguts conceptuals. La codificació semàntica produeix una força en la memòria més gran i duradora, és a dir, que es retén i es recupera millor, que una codificació estructural o fonètica (Tulving, 1983). La memòria semàntica és com un diccionari de sinònims mental, el coneixement organitzat que posseeix una persona sobre les paraules i altres símbols verbals, els seus significats i referents, sobre les relacions entre ells, i regles sobre les fórmules i algorismes (regles per a la resolució de problemes) per a la manipulació d'aquests símbols, conceptes i relacions (Tulving, 1972). Els diferents tipus d'informació semàntica s'emmagatzemen en diferents

parts dels cervell, i, d'una manera avui encara es desconeix, aconseguim integrar tots aquests tipus d'informació amb rapidesa i de forma automàtica quan pensem en un mateix concepte (Baddeley, Eysenck i Anderson, 2009).

Com apunten Collins i Quillian, els autors dels **Models de Xarxa**, el coneixement s'estructura en una xarxa semàntica, i cada concepte (node) està connectat als altres. Els nodes serveixen per representar categories i queden vinculats entre sí a través de fletxes que representen relacions. Cada concepte té un conjunt d'atributs que el caracteritzen, i la seva recuperació es basa en la comparació d'aquests atributs. Com que cada node està relacionat amb d'altres de característiques similars, quan un s'activa també ho fan els altres. Existeix un principi de jerarquia segons el qual cada nivell és més abstracte, i un principi d'economia cognitiva segons el qual el nivell superior serveix per als inferiors. D'aquesta manera, la informació s'agrupa en categories per tal d'evitar la redundància i possibilitar una manipulació cognitiva molt més efectiva (Collins & Quillian, 1969).

En definitiva, el coneixement codificat en la nostra memòria semàntica està estructurat jeràrquicament i està sotmès a un principi d'economia cognitiva que fa que cada element de la xarxa proposicional comparteixi implícitament tots els atributs o propietats corresponents a les classes d'ordre superior a les quals pertany, a més de representar explícitament els específics del seu nivell (Sáiz, Baqués & UOC, 2008). Tanmateix, molts investigadors van qüestionar, per exemple, que la relació jeràrquica com a principi lògic de connexió entre les categories estigués determinant el temps del seu processament cognitiu. A arrel d'aquestes postures, Smith, Shoben i Rips van proposar un model formal de representació del coneixement fonamentat en conjunts o **llistes de trets**. És a dir, el coneixement que tenim d'una categoria és un conjunt de trets que la defineixen. Així, si el coneixement humà emmagatzemat en la memòria és una base de dades interrelacionada on els continguts mantenen connexions entre sí, les relacions entre categories estan determinades pel nombre de trets similars o compartits (Smith, Shoben & Rips, 1974).

Per altra banda, també cal tenir en compte el model cognitiu basat en el concepte d'**esquema mental**, que organitza la nostra experiència informativa del món i les seves propietats, i les representa de forma que, quan arriba nova informació, els esquemes s'activen, s'analitza el seu major o menor ajustament a la informació, les variables prenen valors concrets, i finalment es busquen i localitzen relacions amb altres esquemes de major o menor rang per tal d'establir les connexions oportunes (Crespo, 2002). Aquestes teories

proposen un plantejament estructural del coneixement organitzat en paquets, i defensen que aquest coneixement no pot ser representat simplement com una gran xarxa interrelacionada de nodes, sinó que existeixen subconjunts en aquesta xarxa; els esquemes, relacions entre proposicions que esdevenen un tot, una construcció subjectiva generalitzadora d'un coneixement. L'esquema és una estructura cognitiva amb la que se simplifica i es generalitza la realitat, de forma que es desenvolupa a través de la similitud i regularitat de les situacions viscudes. L'esquema pot servir de guia i d'estructura per codificar la nova informació, per crear noves informacions i per a recuperar la informació emmagatzemada (Hernández & García, 1991). Són estructures complexes i integradores de coneixements. Consten d'un conjunt organitzat d'informació relativa al món, amb la qual es confronta cada nova experiència 'similar' i se li atorga sentit immediat; són susceptibles d'acceptar, organitzar i condicionar les percepcions i estructurar tant la codificació com la recuperació (Boggino, 2001; Paradiso, 2001).

En aquest punt ens trobem de nou amb l'assimilació i l'acomodació de Piaget, ja que va ser aquest autor el primer en parlar de l'esquema psicològic. Piaget entenia per esquema les construccions mentals amb les que l'ésser humà va representant la realitat a mesura que actua sobre ella, de manera que quan s'enfronta de nou a una situació similar, acobla aquesta realitat al seu esquema (idea d'assimilació). Mentre que, per altra banda, quan la realitat no encaixa en un esquema, aquest es veu modificat (idea d'acomodació) a la nova realitat. Conèixer és assimilar nova informació als vells esquemes, o crear nous esquemes que s'acomoden a la nova informació (Hernández & García, 1991).

Però els esquemes no estan separats entre sí, són estructures actives que constantment estableixen relacions amb informacions puntuals, amb esquemes propers, amb informacions emmagatzemades, etc. Això permet que la informació emmagatzemada s'interrelacioni de múltiples maneres, per crear noves connexions i noves informacions. I aquesta és la característica més important del pensament productiu; els esquemes poden ser concebuts com una gran base de dades amb estructura de xarxa, que combinen representacions de naturalesa proposicional amb representacions d'altres tipus, que resideixen en la Memòria a Llarg Termini i que ens permeten adaptar-nos als diversos escenaris de la vida quotidiana (Sáiz, Baqués & UOC, 2008).

Com codifiquem la informació que ens arriba influeix en la manera d'emmagatzemar aquesta informació, i, en conseqüència, la memòria depèn en gran mesura de la forma amb què

processem la informació. La **Teoria de la Profunditat del Processament** de Craik i Lockhart, planteja que la memòria millora només si la informació es processa a un nivell profund, el que importa és el nivell de complexitat amb el que processem la informació. És a dir, que com més complex sigui el processament del material, millor serà el seu record. La Teoria de Profunditat del Coneixement inclou la idea que considerar el significat, més que la forma superficial de l'estímul, millora la memòria d'aquest estímul (Craik & Lockhart, 1972). Per exemple, si busquem paraules que rimin amb una paraula que hem de recordar, el nostre record serà menor que si busquem paraules sinònimes; atès que aquestes últimes ens obliguen a endinsar-nos en els significats de les paraules (Anderson, 2001). La profunditat inicial de processament és un determinant fonamental de la probabilitat que un ítem sigui més endavant recuperable, més que les nocions referides a l'extensió del temps que un ítem s'ha mantingut en la memòria a curt termini o la quantitat de repàs donat a un ítem (Norman & Bobrow, 1979).

En aquest sentit, destaca el que s'anomena **Efecte de Generació**; encara es recorda millor el material generat per un mateix en l'acte de relacionar i associar al material a recordar. Aquest processament generatiu millora la codificació de les característiques que connecten l'estímul amb la resposta. D'aquesta manera, aquest tipus de **processament elaboratiu de la informació i l'autogeneració de material associat milloren la memòria** en augmentar les rutes de recuperació (Burns, 1992). Les elaboracions serveixen per crear maneres addicionals d'evocar el record desitjat, més que no pas per augmentar la força del registre d'un record en particular. És a dir, es recorda millor però no es recorda més. La força del record està més relacionada amb la repetició, i comporta la codificació d'un registre específic de memòria, mentre que l'elaboració crea registres addicionals per ajudar en la recuperació del registre original (Anderson, 2001).

Tanmateix, s'ha demostrat que **la intenció d'aprendre no influeix en l'aprenentatge ni el record de la informació**. Diversos estudis han demostrat que si les persones processen la informació de la mateixa manera, recordaran la mateixa quantitat d'estímuls, tinguin o no la intenció d'aprendre (Hyde & Jenkins, 1973; Mandler, 1967; Nelson, 1976; Postman, 1974). La motivació i l'atenció per part de la persona per rebre la informació és un factor important en el seu processament, però la intenció d'aprendre no influeix en el record, sinó que ho fa el processament de la informació: la codificació ha de ser flexible i funcional (Eysenck i Fulker, 1983).

La **memòria** no és una còpia exacta de la realitat, sinó que factors com l'experiència prèvia, els estereotips i les expectatives, així com la influència d'experiències alienes, poden afectar-la. Hi ha molts d'altres factors que influeixen en els processos de la memòria, com les característiques individuals de la persona, la capacitat i les habilitats pròpies, els coneixements previs, les actituds. Així com també les estratègies d'adquisició: el nivell d'atenció per part de la persona, la repetició, l'elaboració i la organització de la informació... També afecten les característiques del material a recordar (estructura física, grau de dificultat, modalitat sensorial; visual, auditiva...) i les de la prova que avalua aquest record (reconeixement, reconstrucció, evocació...), així com els factors contextuais (condicions d'entrada i sortida de la informació), els temporals (temps d'adquisició, temps fins a la recuperació), etc.

Els psicòlegs assumeixen que, descartant degeneració neuronal o possibles lesions cerebrals, la informació introduïda en la Memòria a Llarg Termini no se sol perdre. **L'oblit** que es produeix en la Memòria a Llarg Termini no és tant un fenomen o problema de pèrdua d'informació, sinó que més aviat estaria vinculat a una deficient codificació o a un problema de recuperació o d'accés a la mateixa. Si la Memòria a Llarg Termini abasta tots els coneixements que acumula un individu al llarg de la seva vida, han d'existir mecanismes organitzatius eficaços que actuïn de forma anàloga a allò que succeeix en una oficina, on els múltiples arxius amb informació han d'estar correctament classificats per a una ràpida localització (Crespo, 2002).

Moltes vegades la informació es troba en la nostra Memòria a Llarg Termini però no podem accedir a ella i creiem que l'hem oblidat. Les circumstàncies en les que intentem recordar poden estar influïnt en aquest record, de manera que la falta de record es pot deure, simplement, a la pèrdua d'accés a les claus de reconeixement d'una informació. Així, una prova de reconeixement davant una altra de record lliure ofereix més claus de recuperació de la informació i, per tant, un major nivell de record.

Les **experiències prèvies** de la persona poden afectar en el processament de la informació i la seva recuperació, de manera que la creació d'associacions anteriors o posteriors a la codificació d'una informació poden dificultar l'accessibilitat posterior a aquesta. Els estudis en aquesta línia mostren que una bona organització de la informació que englobi les associacions prèvies i permeti afegir-ne de noves després, facilitarà un bon funcionament de

la memòria i millorarà el rendiment en el processament de la informació que arribi amb posterioritat.

La clau del que s'anomena '**aprenentatge genuí**' resideix en les relacions substancials entre el nou material, que s'ofereix com objecte de coneixement, i els aspectes rellevants i preexistents en el subjecte i en el procés d'aprenentatge (Boggino, 2001). D'aquesta manera, es redefineix el material d'aprenentatge i es reestructuren els esquemes i fragments d'estructures cognitives preexistents, obtenint com a resultat l'assimilació de nous significats que constitueixen una trama de coneixements clarament diferenciada. Pel que fa als processos d'emmagatzematge de la informació, es concep la memòria com una forma de coneixement, sense una relació lineal amb la dada evocada ni amb l'objecte percebut, sinó que mostra la reestructuració cognitiva on s'inscriuen i es reconstrueixen les dades del passat.

La **depressió, l'estrès, l'estat d'ànim o la pròpia personalitat**, són elements que també **poden alterar el correcte funcionament dels sistemes atencional i**, per tant, **de la memòria**. Les persones deprimides recorden pitjor degut a que la depressió redueix l'ús dels recursos cognitius viables, i utilitzen de forma incorrecta els processos atencional, dirigint l'atenció a estímuls irrelevantes o a un mateix. Pel que fa a l'estat d'ànim, s'ha demostrat que el record millora significativament quan l'estat d'ànim en el moment de la recuperació és el mateix que en el moment de la codificació. I encara més si hi ha congruència entre aquest estat i la informació codificada. Els estudis sobre memòria i estrès mostren que a mesura que creix el nivell d'activitat ho fa també el rendiment, però a partir del punt òptim de rendiment, a més activitat, el rendiment de la memòria decreix.

Finalment, pel que fa a la relació entre la memòria i el tipus de personalitat, diversos estudis han mostrat que les persones extravertides obtenen millors resultats en Memòria a Curt Termini, però les persones introvertides obtenen millors resultats en Memòria a Llarg Termini. Per altra banda, el reforç positiu en una tasca millora més l'execució de les persones extravertides, mentre que el càstig empitjora molt més els resultats de les persones introvertides (Eysenck i Fulker, 1983).

4.1.3. Codificació constructiva de la informació textual

Tenint en compte totes aquestes investigacions i teories, la profunditat del processament de la informació, el processament elaboratiu i l'autogeneració, mostren que la manera com s'estudia una informació té importants conseqüències en la quantitat d'informació que podem recordar. Sota aquests raonaments, s'han dissenyat alguns programes d'estudi a partir d'informació textual, com els mètodes SQ3R de Robinson (1946) i el PQ4R de Thomas i Robinson (1972) (Thomas & Robinson, 1972). El mètode PQ4R consisteix en anticipar, preguntar, llegir, reflexionar, recitar i revisar. El lector ha de fer una revisió prèvia al material que llegirà, per exemple, el capítol d'un llibre, i identificar-ne les parts principals; a continuació, ha de realitzar preguntes rellevants; i llegir el capítol amb la intenció de resoldre les seves preguntes i reflexionar sobre el text. Després de cada secció, el lector ha de recitar-ne el contingut; i al final, revisar els punts més importants del text (Anderson, 2001).

Aquest tipus de processament elaboratiu i generatiu ha demostrat una gran efectivitat. De manera que **fer i resoldre preguntes són maneres eficaces de processar de forma elaborativa una informació** donada.

Quan parlem de **codificació constructiva del coneixement**, podem distingir tres tipus d'estratègies diferents: l'**essencialització**, la **organització** i l'**elaboració**. La primera busca destacar allò principal d'un text donat, separant-ne allò accessori, i extraient-ne una idea principal que integri les parts del missatge per assolir la comprensió del text. L'organització estructura la informació relacionant-ne les parts entre sí i amb aquells conceptes emmagatzemats anteriorment. I l'elaboració busca complementar la informació adquirida, ampliant conceptes i creant relacions per consolidar aquesta codificació. L'elaboració no només serveix de recolzament o d'enriquiment a la nova informació, és també un mitjà de distintivitat. En la mesura en que hi ha una major elaboració del material estudiat, existeix un major ús informatiu, un major nombre de xarxes i una major distinció (Hernández & García, 1991). Així, per a que la recuperació d'una informació depengui més de processos interns que no d'estímul externs o contextuals, no només cal organitzar la informació en esquemes, sinó que a més, s'ha d'aconseguir la màxima integració en una xarxa d'esquemes que facilitin la cerca. Això significa que s'ha d'emfatitzar un aprenentatge fonamentalment intrínsec, que depèn, sobretot, de les relacions informatives pertinents. Cal proporcionar al subjecte, en el moment de l'aprenentatge, el major nombre de connexions

amb la seva experiència anterior i amb les seves possibles aplicacions per aconseguir una major flexibilitat situacional i més possibilitats de transferència.

Reprenent de nou els conceptes d'assimilació i acomodació piagetians, l'assimilació és més fàcil en la mesura en què la nova informació és més semblant a la informació emmagatzemada. Tanmateix, quan hi ha un nivell de variació molt alt de tipus sensorial, aquesta assimilació resulta fa més difícil, perquè la semblança es refereix a aspectes de tipus conceptual. Com que en essència tot coneixement, tota comprensió o tota elaboració informativa es basa en processos d'assimilació i acomodació entre la nova informació i els esquemes cognoscitius que es posseeixen, allò que varia en cada cas és el grau de generalització de l'assimilació o el grau de modificació de l'acomodació (Hernández & García, 1991).

Així, el procés d'essencialització sol incloure operacions del tipus: explorar prèviament el text, focalitzar l'atenció cap als fragments d'informació considerats més significatius, reorganitzar les idees en una estructura coherent, distingir allò essencial d'allò irrellevant, reduir la informació del text, i integrar la informació rellevant seleccionada elaborant una nova informació 'essencial'. Cook i Mayer ja van destacar la importància de seleccionar els fragments importants d'informació d'un text, així com la formació de connexions internes entre les idees adquirides a partir de la informació llegida (Cook & Mayer, 1983).

És evident que el sistema cognitiu no processa de forma separada, no analitza les qualitats semàntiques de forma independent a l'estructuració de les idees que n'extreu, sinó que aquests diferents processos són interdependents i formen un únic procés d'elaboració de la informació. L'habilitat per identificar el tema central i les idees principals d'un text permet a l'estudiant reduir, organitzar i sintetitzar la informació. D'aquesta manera, les idees essencials seran recordades, retingudes i apreses, sent el procés d'essencialització un procés econòmic per aconseguir una bona codificació informativa (Baumann, 1984).

Per altra banda, variables com els coneixements previs del subjecte sobre el tipus de material o de prova, sobre el contingut de la tasca, els propis objectius, les qüestions adjuntes o l'organització estructural del text, poden influir en aquest procés d'essencialització de la informació. Els coneixements que pugui tenir el subjecte sobre la tasca que se li pot requerir a propòsit d'una informació textual donada, poden determinar el tipus d'estratègies que aquest utilitzarà, i afectarà, per tant, a l'aprenentatge que en resulti. S'ha demostrat que

quan l'objectiu de la tasca es fa explícit als estudiants, aquests treuen més profit de l'estudi que quan els objectius no estan clars (Hernández & García, 1991). És també àmpliament coneguda la influència del tipus de prova, de resposta oberta o respostes múltiples, sobre la manera com els estudiants preparen una matèria per a la seva avaluació, fet que influeix en com es processa i es consolida la informació estudiada, i, per tant, com posteriorment es recuperarà i en quin tipus de memòria s'emmagatzemarà.

A continuació de les estratègies de distinció de les idees essencials d'un text, el següent procés a posar en funcionament és l'estructuració de la informació per la seva posterior elaboració. L'estructuració considera les idees principals del text informatiu i tracta d'exposar les seves interconnexions de forma escrita. Es consideren tipus d'estratègies d'estructuració els resums i les representacions gràfiques. Aquest procés de relacionar i representar la informació textual ajuda a l'estudiant a estructurar mentalment els continguts semàntics d'aquest material. L'estructuració de la informació textual esdevé una tècnica d'estudi eficaç perquè ofereix una comprensió detallada i integradora del text, facilita la seva codificació en la Memòria a Llarg Termini degut a la relació entre fragments d'informació, millora el record de cada element pel fet de connectar-los entre ells, ajuda a representar els conceptes de forma imaginativa i espacial, facilita el repàs i el reanàlisi posterior del text, i esdevé també un mitjà de motivació en el procés d'estudi (Hernández & García, 1991).

Per la seva banda, els resums ofereixen diversos avantatges, tant per aquells estudiants que els elaboren, com per aquells que utilitzen els d'altres estudiants. Els alumnes que reben resums d'un text, ja sigui al principi o al final d'aquest, recorden millor el contingut dels textos que no pas aquells que no els reben. Els resums, a més, afavoreixen notablement el record dels estudiants amb menys capacitat de raonament verbal, més que no pas el record dels estudiants més aptes (Hartley & Trueman, 1982). Elaborar un resum no només requereix que l'estudiant construeixi una representació interna del missatge, sinó que suposa prendre altres decisions referents a la importància dels elements que formen aquesta representació interna. L'estratègia del resum augmenta el record de la informació resumida atès que implica una major profunditat en el processament (Baumann, 1984).

Les representacions gràfiques mostren de forma simplificada la informació rellevant i les interrelacions existents entre els nodes d'aquesta informació, permetent, d'una forma econòmica des del punt de vista del processament, considerar les parts d'un text que integrades entre sí formen un tot. Aquest tipus d'esquema gràfic elimina els elements

lingüístics que li donen el sentit discursiu a la informació textual, i els substitueix per 'traços' o 'disposicions en l'espai' que afavoreixen una visió més distintiva d'allò essencial, contrastant amb els espais en blanc, i crea 'contorns figuratius' que faciliten la seva representació mental. Les representacions gràfiques ofereixen una estructura jeràrquica o radial a l'estil dels 'esquemes mentals', però també de relació de conceptes en la Memòria a Llarg Termini. Aquestes representacions poden ser de tipus jeràrquic, que presenten la informació en forma d'arbre mostrant els conceptes dels més generals als més específics, o a la inversa, en forma de categories. És el cas dels quadres sinòptics o les piràmides (Hernández & García, 1991).

Un altre tipus de representacions gràfiques són les que s'anomenen estructures seqüencials, formades per requadres com rètols verbals en els que cada concepte mostra la seva relació amb els altres. Són molt utilitzats per exposar els diferents passos o seqüències d'un procés. Un exemple n'és el diagrama de flux, que permet representar les diferents alternatives d'un procés, il·lustrades a través de diferents vies en l'esquema gràfic.

Finalment, una última tipologia d'aquestes estratègies gràfiques de representació són el que s'anomenen les estructures radials. Aquestes estructures mostren les relacions més importants entre les idees, exposant a la vegada l'estructura del text. La idea principal del text se situa en el centre de l'entramat gràfic, de manera que les diferents idees que sorgeixen d'aquest van sortint de la principal en forma de ramificacions configurant una xarxa. L'ús d'**aquests tipus de 'postorganitzadors gràfics' han resultat facilitadors de la comprensió i el record**, si bé només quan els alumnes han rebut un notable entrenament previ i es disposa de temps per elaborar-los i utilitzar-los. I s'ha observat que els seus efectes tendeixen a ser més beneficiosos entre els alumnes menys avantatjats. Esdevé, doncs, essencial donar als alumnes un ampli menú de tècniques gràfiques d'estructuració per a que puguin escollir i utilitzar el procediment que considerin més adequat en cada cas, en funció dels continguts i la varietat dels textos (Hernández & García, 1991).

En definitiva, podem afirmar que els bons lectors tenen un millor coneixement implícit de la lectura del text, mentre que als lectors amb dificultat de comprensió els manca aquest sentit estructurador i tendeixen a processar els textos de forma lineal. De manera que facilitant procediments per ajudar en l'estructuració, millorem la lectura i l'estudi. Bàsicament cal

assenyalar les idees principals d'un text, determinar les seves interconnexions i ser capaç d'expressar-les per escrit o de forma gràfica.

Paral·lelament, existeixen certes habilitats de comprensió de textos que poden analitzar-se i ser ensenyades. Palinscar i Brown van identificar **quatre estratègies bàsiques que fomenten la comprensió d'un text**: resumir, clarificar els dubtes, formular una pregunta que podria aparèixer en un examen i fer una predicció sobre el contingut que s'espera (Palinscar & Brown, 1984). La base d'aquestes habilitats és la **creació de representacions més elaborades del text**; per llegir és important poder distingir les idees principals dels paràgrafs, i com aquestes es relacionen amb altres punts. Les investigacions al respecte mostren que el nivell de lectura dels subjectes determina la seva capacitat per identificar aquests punts principals del text (Anderson, 2001).

Donald Dansereau i altres investigadors van elaborar una estratègia en la que s'utilitzava **una xarxa per identificar els punts principals d'un passatge**. Aquest procediment implicava identificar totes les idees en un text i la relació entre elles i després dibuixar una xarxa en la que es mostressin aquestes relacions. L'estratègia va permetre al 50% dels alumnes d'un baix promig acadèmic recordar millor, però no va beneficiar als estudiants de major promig acadèmic, atès que, aparentment, aquests ja tenien altres estratègies efectives per organitzar el material del text (Dansereau et al., 1979).

Per altra banda, existeixen diversos elements que s'anomenen '**facilitadors**' d'un text que influeixen en la seva comprensió. Aquests elements poden estar dins del cos del text, com organitzadors previs, títols, objectius, índexs, resums inicials, guions, preguntes adjuntes, anotacions al marge, il·lustracions, gràfiques, etc., o poden ser intrínsecs al mateix text, com integradors didàctics (plantejaments inicials, enllaços entre temes, conclusions o síntesis...), clarificadors semàntics (fan més clara una qüestió amb il·lustracions, exemplificacions...), i el mateix nivell d'estructuració i organització del text (ordre i jerarquitització de cada tema per tal de facilitar un millor seguiment). Conèixer aquests factors ajuda a millorar la qualitat dels textos, però també pot ser útil per a l'estudiant de nivells superiors en prendre més consciència dels mecanismes implicats en la comprensió del material textual. Aquests facilitadors del text poden tenir un valor especial per a l'estudiant si aquest és conscient del que cadascun d'ells pot aportar-li: saber utilitzar l'índex i interpretar el sentit de títols i subtítols com una visió inicial ràpida del conjunt, tractar de descobrir els objectius, els enllaços fonamentals i les síntesis proposades per l'autor per tenir una imatge integradora

del text, prendre consciència de les separacions espacials, de la jerarquitització, de les gràfiques i d'aquells elements que dibuixen les idees principals, utilitzar els organitzadors semàntics o gràfics, aprofundir en el sentit del text per descobrir els passos que dona l'autor i que rebel·len l'estructuració de les idees exposades per aquest, i aprofitar les qüestions i preguntes adjuntes per fer elaboracions dels text. L'habilitat per a la lectura pot millorar-se ensenyant com llegir amb propòsits concrets, amb objectius diferents (Hernández & García, 1991; Anderson, 2001).

A continuació de les diferents tècniques i estratègies per a una adequada codificació informativa, cal parlar de tècniques i estratègies per a una bona memorització de la informació. Aquest tipus de procediments, més coneguts com '**mnemotècnies**', s'utilitzen per recordar més fàcilment una informació i es caracteritzen pel fet de ser utilitzades de forma deliberada. Les 'mnemotècnies' es basen en els mateixos procediments naturals de memorització, però es realitzen de forma conscient i amb l'objectiu de buscar la màxima optimització de la capacitat memorística. Aquestes tècniques es fonamenten en incrementar la freqüència de presentació de la informació, és a dir, en la seva repetició, però es basen especialment en generar associacions amb la informació que es pretén memoritzar. Les mnemotècnies esdevenen d'ajuda als estudiants per aconseguir una codificació més fàcil i, per tant, una recuperació informativa amb més garanties d'èxit. El cert és, però, que els estudiants no solen recórrer a aquest tipus d'estratègies de memòria per la manca d'entrenament o pràctica rebuda sobre aquestes.

Podem parlar, principalment, de tres tipus de 'mnemotècnies'; les basades en la repetició, les basades en la connexió motivacional entre la informació, i les basades en l'associació. La 'mnemotècnia' de repetició és la més elemental per incrementar la distintivitat informativa en la memòria. Ens referim, per tant, a un tipus de distintivitat 'quantitativa'. És més aconsellable un tipus de repetició significativa de la informació sobre la que ja existeix un anàlisi i un estudi previ, més que no pas una repetició mecànica de conceptes. La forma més efectiva és la del repàs mental del material estudiat, combinat amb un repàs visual del text i del material de síntesi elaborat sobre aquest. La tècnica de connexió motivacional tracta de relacionar la nova informació amb altres informacions conegudes o temes que siguin d'interès per a la persona. I, finalment, les 'mnemotècnies' d'associació consisteixen en relacionar la nova informació amb altres informacions de forma que les memoritzem juntes, 'enganxades'. L'agrupament de conceptes i idees és també una forma d'associar informacions útil en la memorització. Cal tenir en compte, tanmateix, que les associacions

entre conceptes i idees poden ser de diferents tipologies, és a dir, que en la ment no només es codifiquen imatges o conceptes, sinó també aspectes superficials lingüístics, així com procediments propis i vivències relacionats tots ells amb l'aprenentatge. Però sempre esdevindran més eficaces aquelles 'mnemotècnies' que requireixin un paper constructiu per part del propi estudiant.

4.2. L'HIPERTEXT NEURONAL: LES NOVES TEORIES DE L'APRENTATGE

4.2.1. El Connectivisme

El Connectivisme és una teoria de l'aprenentatge desenvolupada recentment per George Siemens. Està basada en l'anàlisi de les limitacions del Conductisme, el Cognitivisme i el Constructivisme, i integra principis explorats pel caos, la xarxa i la complexitat i les teories d'autoorganització amb l'objectiu d'explicar l'efecte que les TIC sobre els modes de vida, la comunicació i l'aprenentatge.

El Conductisme, el Cognitivisme i el Constructivisme són les tres teories generals de l'aprenentatge més utilitzades en la creació d'ambients d'ensenyament, però aquestes teories van ser desenvolupar quan l'aprenentatge no estava tant afectat per la tecnologia. Durant els últims vint anys, la tecnologia ha reorganitzat la forma en què vivim, com ens comuniquem i com aprenem, i les necessitats formatives i les teories que descriuen els principis i processos d'aprenentatge, han de ser el reflex d'aquests nous ambients socials (Siemens, 2004).

El Connectivisme utilitza la xarxa amb nodes i connexions com a metàfora de l'aprenentatge. En aquesta metàfora, un node és qualsevol cosa que es pot connectar a un altre node en una xarxa com una organització: informació, dades, sentiments, imatges, i es concep l'aprenentatge com el procés de creació de connexions i el desenvolupament d'aquesta xarxa. A partir d'aquesta metàfora de la xarxa, 'saber on' trobar el coneixement quan aquest esdevé necessari, complementa el 'saber com' i el 'saber què', aspectes centrals de moltes teories de l'aprenentatge. La capacitat de sintetitzar i reconèixer connexions i patrons entre camps, idees i conceptes és una habilitat bàsica. Cal, per tant, cultivar i mantenir les connexions per tal de facilitar un aprenentatge continu. La creació activa de les nostres pròpies xarxes d'aprenentatge és l'aprenentatge real, que ens permet seguir aprenent (Siemens, 2006).

Però el punt de partida del Connectivisme és l'individu. El coneixement d'un individu es compon d'una xarxa, que s'alimenta en les organitzacions i institucions, i que al seu torn la retroalimenten a ella també, de manera que aquesta continua proporcionant aprenentatge a l'individu. Aquest cicle de desenvolupament del coneixement permet a l'estudiant mantenir-se al dia en el seu camp a través de les connexions formades i el coneixement adquirit.

Els connectivistes es plantegen quins ajustaments han de fer les teories de l'aprenentatge quan la tecnologia actual realitza moltes de les operacions cognitives realitzades anteriorment pels alumnes (emmagatzematge i recuperació d'informació). "La tecnologia està alterant els nostres cervells. Les eines que utilitzem defineixen i donen forma al nostre pensament" (Siemens, 2004).

El 2008, Siemens i Downes van realitzar un curs en línia anomenat "Connectivisme i Coneixement Connectiu" i van exposar les seves idees sobre la teoria del Connectivisme. El curs va ser gratuït i obert a qualsevol que volgués participar, i s'hi van inscriure més de 2000 persones de tot el món. La frase "Massive Open Course Online" (MOOC) va ser utilitzada per descriure el model de curs obert; tots els continguts del curs estaven disponibles a través dels canals RSS, i els alumnes podien escollir les eines amb les que preferien treballar: fòrums de discussió en Moodle, blogs, reunions en línia, etc. El curs es va repetir el 2009 i el 2011.

Siemens (2004), en un dels seus primers articles sobre el Connectivisme, "Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age", descriu el que anomena la "vida mitjana del coneixement" com el lapse de temps que transcorre des que s'adquireix un coneixement fins que aquest es torna obsolet. La meitat del que es coneix avui no se sabia fa 10 anys. La quantitat de coneixement en el món es duplica cada 18 mesos. Per la qual cosa, per combatre aquesta reducció de la vida mitjana del coneixement, les organitzacions han de desenvolupar nous mètodes formatius d'aprenentatge (Siemens, 2004; Gonzalez, 2004).

L'educació formal ja no constitueix la major part del nostre aprenentatge, sinó que aquest succeeix de maneres molt més diverses. L'aprenentatge és un procés continu, que dura tota la vida, i que no es troba separat de l'activitat laboral. Contínuament adquirim nova informació, i tenir la capacitat de fer distincions entre la informació important i sense importància esdevé essencial. "En una economia del coneixement, el flux d'informació és l'equivalent a la canonada de petroli en una economia industrial. Crear, preservar i utilitzar el

flux d'informació ha de ser una activitat clau de tota organització" (Siemens, 2004). L'esperit d'una època influeix en l'estructura de la societat, i moltes de les estructures educatives existents van néixer amb l'objectiu de preparar a l'individu per a un món laboral industrial. Les actuals estructures d'aprenentatge s'han tornat més utilitàries (Postman, 1999, p. 27), definides, en gran part, amb l'objectiu de produir en un sistema econòmic.

"La canonada és més important que el contingut d'aquesta canonada" (Siemens, 2006). És a dir, la nostra capacitat per aprendre el que necessitem pel futur és més important que el que avui coneixem. De la mateixa manera que les societats es veuen més influenciades per la naturalesa dels mitjans de comunicació, que no pas pel contingut d'aquesta comunicació (McLuhan, 1987). Quan el coneixement és necessari, però no es té, la capacitat de connectar-se a les fonts per satisfer les necessitats es converteix en una habilitat essencial. El coneixement segueix creixent i evolucionant constantment, de manera que l'accés a la informació que es necessita en cada moment i situació esdevé més important que el coneixement que l'alumne té en el moment actual.

En aquesta línia, el Connectivisme presenta un model d'aprenentatge que té en compte els moviments de la societat i com influeix en la nostra forma de treballar i funcionar el fet d'utilitzar noves eines. Aquesta perspectiva considera que el camp de l'educació no està reaccionant amb suficient rapidesa a l'impacte de les noves eines d'aprenentatge i als canvis en els contextos formatius, i aporta una idea de les habilitats d'aprenentatge i les tasques necessàries per als estudiants per prosperar en l'era digital.

Tanmateix, la idea que el Connectivisme esdevé una nova teoria de l'aprenentatge no ha rebut una àmplia acceptació. Alguns autors han argumentat que no és una teoria de l'aprenentatge, sinó d'un punt de vista pedagògic. Per altra banda, l'absència de referències a treballs anteriors dels estudis realitzats sobre el Connectivisme fa que sigui difícil avaluar de quina forma la seva contribució és única. Alguns autors consideren que, acceptant que la tecnologia afecta els entorns d'aprenentatge, les teories d'aprenentatge existents són suficients i que el que es necessita no és una nova teoria independent per a l'era digital, sinó un model que integri les diferents teories per guiar el disseny de continguts en línia.

Pels connectivistes, molts educadors no entenen de quina manera la tecnologia està canviant la societat. Les formes de comunicació i les eines per aprendre han canviat radicalment en els últims deu anys, avui adquirim coneixement en diferents formats i ritmes i estem

exposats a una immensa quantitat d'informació que requereix alts nivells d'especialització. Per la qual cosa, assenyalen la necessitat de desenvolupar noves teories del coneixement i l'aprenentatge, nous models de desenvolupament integral de l'educació.

Per altra banda, el Connectivisme planteja com a reptes dels educadors actuals definir què és aprendre i quin és el procés de l'aprenentatge en l'era digital, dissenyar un nou currículum amb més atenció a les necessitats de la societat, parla específicament de la recerca de ser millors persones, així com establir les bases per a una educació transformadora.

4.2.2. El Connexionisme

La tecnologia disponible en un determinat període històric ha resultat decisiva a l'hora d'elaborar o inspirar teories científiques: quan el model mecanicista estímulo – resposta (inspirat en la representació de la central telefònica) va resultar insuficient per explicar els processos cognitius en la seva complexitat, la psicologia va buscar nous models i es va inspirar en la tecnologia del moment, és a dir, en els ordinadors serials. Si contra el Mentalisme va reaccionar el Conductisme i contra aquest el Cognitivisme Clàssic basat en l'ordinador serial que manipula símbols, els connexionistes van sorgir oficialment en la psicologia a mitjans dels anys vuitanta com una alternativa als vigents models cognitius de processament d'informació del tipus simbòlic (Crespo, 2002).

El connexionisme és una de les primeres teories elaborades en l'àmbit del Cognitivisme, i considera la possibilitat de crear models informàtics que simulin els fenòmens d'aprenentatge a través de xarxes neuronals, mostrant, d'aquesta manera, la complexitat del cervell humà (Alcoberro, 2011). Les bases de les idees connexionistes es poden remuntar a finals del segle XIX, quan Santiago Ramón i Cajal va establir les bases per als estudis de xarxes neuronals en descriure l'estructura de les neurones i la seva forma d'interconnexió. I alguns dels seus principis es basen en treballs pioners en el camp de la psicologia com els d'Edward Thorndike, a principis del segle XX, sobre formes d'aprenentatge, i els de Friedrich Hayek, als anys cinquanta, que va proposar que l'ordre espontani en el cervell era conseqüència de xarxes descentralitzades formades per unitats senzilles.

A principis dels anys seixanta, amb l'aparició de les ciències cognitives, els cognitivistes descrivien el pensament com la capacitat de connectar símbols mitjançant regles d'inferència, mentre que per als connexionistes, el pensament neix de l'activitat de diversos elements seguint el model en xarxa de les neurones del cervell humà. És a dir, les neurones funcionen en paral·lel i codifiquen i reconeixen a la vegada.

Els pioners del Connexionisme, Warren McCulloch i Walter Pitts, van exposar l'any 1943 el funcionament del sistema nerviós a partir del comportament de les neurones. El 1949, Donald Hebb va elaborar una teoria sobre el funcionament de la memòria, segons la qual, l'aprenentatge a nivell cerebral consisteix en modificacions en les connexions neuronals per les que es transmeten els impulsos nerviosos. Segons la llei de Hebb, una connexió entre

dues neurones es reforça cada vegada que ambdues són activades simultàniament. Una conseqüència fonamental d'aquesta hipòtesi és que el coneixement adquirit (els records, el saber anomenar les coses, el saber actuar...) no està emmagatzemat a les neurones, sinó en les seves connexions (Alcoberro, 2011). Segons la teoria del 'Darwinisme Neuronal' de Gerald M. Edelman, la consciència és el producte de l'activitat permanent dels circuits neuronals, seleccionats tant per l'evolució de la nostra espècie, com pels nostres interessos personals i la relació amb l'entorn. Les connexions no sol·licitades o no reforçades per l'experiència personal acaben desapareixent en favor de les més activades.

L'any 2007 un equip d'enginyers de la IBM van elaborar el model plausible del somriure dels humans. Això significa posar en joc 8 milions de neurones i 8 mil connexions sinàptiques per cada neurona. Arribar a fabricar un model tan complicat com el del cervell humà demana una potència de càlcul tan alta que no sembla possible aconseguir-la en força anys (Alcoberro, 2011).

Tanmateix, no va ser fins la dècada de 1980 quan el Connexionisme va esdevenir popular entre els científics. Fonamentalment a partir de l'obra col·lectiva editada per McClelland i Rumelhart (1986), *Parallel distributed processing: Explorations in the microestructura of cognition*, en el marc de la psicologia cognitiva, va aparèixer una nova teoria de la ment anomenada Connexionisme (o Neoconnexionisme per distingir-la del Connexionisme proposat en el segle passat per Alexander Bain i que culminava l'Associacionisme Empirista) (Echegoyen, 2011).

Però també durant els anys vuitanta sorgiren reaccions contràries per part d'alguns investigadors, com Jerry Fodor o Steven Pinker, que assenyalaven que la tendència cap al Connexionisme significava una reversió cap a l'associacionisme i l'abandonament de la idea d'un llenguatge del pensament. També es van fer paleses les diferències entre els models proposats des de la Intel·ligència Artificial i els del Connexionisme. Mentre que la Intel·ligència Artificial planteja models simbòlics que no s'assimilen a l'estructura cerebral, el Connexionisme treballa amb models similars a estructures neurològiques. La Intel·ligència Artificial se centra en l'estructura de símbols explícits (models mentals) i regles sintàctiques per a la seva manipulació a nivell intern, i en canvi, els connexionistes se centren en l'aprenentatge a partir d'estímuls del medi i en l'emmagatzematge d'aquesta informació en forma de connexions entre neurones. Actualment, pels neurocientífics la qüestió fonamental sobre el coneixement s'ha inclinat a favor del Connexionisme. Però, aquest desenvolupament

relativament recent encara no ha assolit un consens acceptable entre els que treballen en camps com la psicologia o la filosofia de la ment.

Per al Connexionisme la ment processa o computa la informació, i, a diferència de la psicologia cognitiva clàssica, que utilitza com a model les estructures i modes representatius de l'ordinador, el Connexionisme utilitza com a model les estructures i modes representatius bàsics del cervell humà. En els models tradicionals de psicologia cognitiva la cognició era conseqüència d'un processament en sèrie a partir de representacions; és a dir, primer es computa una informació, després una altra, fins que s'acaba la tasca (model de processament característic dels ordinadors digitals). Però el Connexionisme proposa un processament similar al que es dona en el cervell, un processament en paral·lel: "diverses unitats a la vegada computen o calculen la informació de sortida que és recollida per altres unitats, que fan nous càlculs a la vegada fins aconseguir l'output definitiu. L'eficàcia d'aquesta nova forma de processament és la rapidesa en el còmput" (Echegoyen, 2011).

La psicologia cognitiva tradicional suposava una representació de la informació localista o simbòlica, com en el cas dels ordinadors digitals, en què la informació està localitzada en un lloc precís de la memòria i cada símbol expressa un sentit; però el Connexionisme proposa una representació de la informació distribuïda i subsimbòlica, tal com succeeix en el cervell humà, una mateixa unitat informativa, un concepte, per exemple, no està localitzada en una part concreta sinó que es reparteix en diferents unitats separades espacialment, i cadascuna d'elles no representa la totalitat del significat sinó que aquest apareix com a conseqüència de la interacció entre aquestes unitats. L'avantatge d'aquest model de representació és la resistència al deteriorament: la informació representada de forma paral·lela es manté més temps que la representada de forma localista, en la que, a més, una pèrdua esdevé irreversible (Echegoyen, 2011).

El Connexionisme descriu la cognició humana en termes més realistes que la psicologia cognitiva tradicional, i en els últims anys ha guanyat molta acceptació. Fins al punt que s'ha utilitzat per comprendre gairebé tots els temes que havia tractat la psicologia cognitiva tradicional (llenguatge, percepció, pensament, resolució de problemes, memòria...). Per a molts autors, el Connexionisme apropa la psicologia a la fisiologia i a les neurociències en general.

Per al Connexionisme, l'aprenentatge consisteix en la modificació del pes de les connexions entre neurones a partir de la repetició de les activacions d'aquestes connexions, i en l'establiment de noves connexions. És un procés de creació de xarxes (Teories de l'Aprenentatge (UOC), 2009). I en aquesta concepció, el rol del docent ha de ser el de facilitador del desenvolupament dels processos cognitius de l'estudiant, és a dir, l'estudiant ha d'aprendre a aprendre i a autorregular el seu propi coneixement. El docent és un mediador de l'aprenentatge, i ha de crear entorns que facilitin l'adquisició de la informació. Per la seva banda, l'estudiant és un processador d'informació, i ha de tenir en compte que els seus esquemes d'idees, els seus pensaments, les seves actituds, els seus valors i les seves creences, influeixen en el procés d'aprenentatge perquè incideixen directament en les connexions ja creades i en el pes de les activacions d'aquestes connexions.

En l'entorn educatiu s'ha de fomentar l'ús d'estratègies cognitives, metacognitives, de suport i de motivació; utilitzar la retroalimentació per guiar i donar suport a les connexions mentals exactes; motivar l'estructuració, organització i seqüenciació de la informació per millorar el processament i la participació activa de l'estudiant. I l'avaluació ha de tenir en compte les habilitats de pensament i de raonament de l'estudiant (Teories de l'Aprenentatge (UOC), 2009).

Els connexionistes proposen models de representació de la informació de forma distribuïda mitjançant multitud d'unitats simples de computació que treballen simultàniament; una nova descripció de l'estructura de la ment basada en multitud d'unitats de processament interconnectades anàlogues a les neurones, i una nova forma de processament distribuït en paral·lel; connectivitat i treball associatiu en xarxa.

I aquesta **organització i funcionament del cervell en forma de xarxa** és precisament la que representa la **base del concepte d'hipertext**, unint en un mateix sistema de representació d'informació, el llenguatge i el model de funcionament en forma de xarxa, buscant la màxima assimilació amb el sistema cognitiu humà, i afegint, a la vegada, una millora 'artificial' en fer possible, de forma tecnològica, un emmagatzematge més estable i durador que la memòria humana.

Actualment, **es concep l'hipertext com un model anàleg a la memòria humana** i que, per tant, facilita el processament de la informació i la seva posterior memorització, dins d'un

enfocament d'aprenentatge significatiu (Álvarez Pérez, González-Castro & Soler Vázquez, 2000). Les teories cognitives i del processament de la informació plantegen la organització de la memòria a llarg termini com un model de connexions semàntiques entre les unitats d'informació emmagatzemades en ella, de manera que qualsevol d'aquestes unitats pot recordar-se si es troben les relacions, principalment de significat, que porten a aquestes. Aquestes relacions fan que **la memòria s'emmira amb una gran xarxa semàntica**. No s'aprèn a través de processos seqüencials lineals, seguint la manera com estan construïts els textos tradicionals, que van sumant i acumulant idees i conceptes, sinó que les persones pensem per associació d'imatges i idees, i aprenem a través de processos dinàmics de construcció i reestructuració de sabers en els que interactuen coneixements adquirits i experiències noves (Jonassen, 1992). D'aquesta manera, l'aprenentatge implica la integració de coneixements dins d'una estructura cognitiva en forma de xarxa amb nodes, i estaria condicionat per la formació de nous nodes interrelacionats amb els ja existents, així com per la construcció de noves estructures. És a dir, que a mesura que es van establint majors i més potents relacions, es va comprènent millor la informació i resulta més fàcil adquirir nous coneixements (Álvarez Pérez, González-Castro & Soler Vázquez, 2000).

La ment humana opera per mitjà de l'associació. Quan un element es troba al seu abast, salta instantàniament al següent que ve suggerit per l'associació de pensaments segons una intricada xarxa de camins d'informació que porten les cèl·lules del cervell. (...) Els camins d'informació que no es transiten habitualment tendeixen a dissoldre's: els elements no són completament permanents. La memòria, en definitiva, és transitòria. I, per altra banda, la velocitat de l'acció, allò intricat dels camins i el nivell de detall de les imatges mentals ens meravellen molt més reverencialment que qualsevol altra cosa de la natura. L'ésser humà no pot albergar l'esperança de replicar aquest procés mental de manera artificial, però sí ha de ser capaç d'aprendre d'ell i, inclús, millorar-lo en alguns detalls menors, atès que els arxius confeccionats per l'ésser humà tenen un caràcter relativament permanent. (...) la selecció per associació, i no per indexació, pot ser mecanitzada. No podem esperar que aquesta iguali la velocitat i la flexibilitat amb les que la ment segueix un camí associatiu, però sí la podria batre en quant a la permanència i claredat dels elements ressuscitats en el seu emmagatzematge (Bush, 1945).

Plató considerava que **aprendre no és altra cosa que recordar**, ja que per comunicar un coneixement es parteix de la memòria; **per captar una nova dada és necessari connectar-la amb les anteriors** i l'experiència passada és imprescindible per adquirir-ne de nova. Per tant, l'aprenentatge és un procés íntimament lligat a la memòria (Sáiz, Baqués & UOC, 2008). Aprendre significa adquirir continguts, però també implica retenir-los i recuperar-los per a poder-los utilitzar en els moments i situacions necessàries, de manera que cal recórrer les tres fases de la memòria per poder dir que l'aprenentatge s'ha dut a terme satisfactòriament.

En aquest punt, trobem molts àmbits en el camp de l'educació en els que la investigació sobre la memòria esdevé molt útil en la seva aplicació. Temes com les mnemotècnies o les estratègies de memòria aplicades a les tècniques d'estudi hi tenen una aplicació directa. Però la comprensió de textos, l'activació d'esquemes de coneixement, la solució de problemes o els ritmes de la memòria també són àmbits específics de recerca sobre la memòria que poden incidir en el disseny dels currículums escolars, en la construcció o edició de materials adequats per a l'ensenyament, en la innovació pedagògica, i en els moments i les maneres més eficaces per a dur a terme activitats escolars.

Si afirmem que **l'aprenentatge i la comprensió funcionen per mitjà d'associacions**, aconseguirem aprendre alguna cosa en tant que puguem associar-la amb altres idees o conceptes que ja sabem. La ment i la memòria són, en sí mateixes, hiperentorns: no aprenem res nou de forma aïllada; i si ho fem, és poc probable que retinguem molt temps allò aprés. La informació que incorporem millor és la que pot integrar-se amb coneixements anteriors, sovint mitjançant associacions múltiples i complexes. En un hipertext els fragments d'informació no han de considerar-se com simples fets aïllats o punts de referència inconnexos, sinó com nodes de línies múltiples d'associació que es van creuant (Burbules, 2006).

Com va advertir Vannevar Bush (1945), **l'estructura dels entorns hipertextuals és anàloga a les formes en què aprenem**, en forma dinàmica i interactiva, per mitjà d'associacions i d'exploració, i pot, per tant, facilitar l'aprenentatge. L'hipertext proporciona a l'usuari la llibertat d'establir el curs de la navegació a través del material en funció del seu propi interès, curiositat i experiència, o de la natura de la tasca que ha de realitzar, enlloc de seguir un camí predeterminat per l'autor. L'hipertext concreta la idea d'una lectura interactiva, i es caracteritza per ser un model d'escriptura i lectura no seqüencial, obert i

proper al tipus de processament associatiu de la ment humana (Burbules, 2006; Larrondo, 2008).

L'escriptura ordinària sol ser seqüencial perquè la parla és seqüencial i perquè els llibres es llegeixen de manera seqüencial, però considerem que l'estructura de les idees no és seqüencial, sinó que la nostra ment funciona per associació. L'hipertext vindria, doncs, a corroborar aquesta idea. Autors com Wittgenstein, Foucault, Barthes i Derrida defensen aquest tipus d'organització del pensament lògic, que avui es pot expressar de manera no seqüencial gràcies a l'hipertext.

Els sistemes i formats tradicionals de presentació i transmissió de la informació responen a una lògica seqüencial i lineal, i exigeixen per a la comprensió d'aquesta informació un processament cognitiu igualment lineal i seqüencial. En el cas dels hipertextos, la informació apareix organitzada d'acord amb una lògica no seqüencial o lineal. L'autor de l'hipertext presenta la informació en 'paquets', donant per suposat que els lectors poden arribar a un determinat 'paquet d'informació' seguint camins diferents i que no tots els paquets tenen perquè interessar per igual a tots els lectors, i estableix, així, múltiples vincles entre aquests 'paquets' facilitant la possibilitat de 'navegar' entre ells, seguint rutes diferents, segons els interessos particulars del lector (Coll, 2004).

Els seguidors de la narrativa hipertextual, com George Landow (1995), han defensat que la narrativa lineal ha estat així per raons històriques i, sobretot, per influència de la impremta, i no per cap altra raó lògica. Les formes narratives hipertextuals podrien substituir les formes de narrar tradicionalment lineals i, d'aquesta manera, la forma d'expressió del pensament s'ajustaria més al procés de pensar (Lamarca, 2006).

Respecte a tecnologies anteriors, l'**hipertext** canvia les regles per emmagatzemar, distribuir i presentar la informació. Mentre les primeres, com el llibre, el casset o el vídeo, eren ajudes per a la memòria i l'emmagatzematge d'informació, l'hipertext és una ajuda per al seu processament, ja que permet un accés i configuració personalitzada, esdevenint una ajuda a la intel·ligència. Aquest canvi és el reflex d'una transformació més àmplia en la cultura, **un canvi de la producció basada en la memòria, a la producció basada en la connectivitat, interactivitat i intel·ligència**, desenvolupant hàbits cognitius i formes de col·laboració assistides per ordinador, que generen noves formes de connectivitat i interacció social. L'hipertext no transforma només l'acte narratiu, sinó la narració en sí mateixa,

sobrepassant tant els suports materials, com la qualitat dels sistemes narratius anteriors, i es configura en una forma escriptural totalment nova (Rueda, 2007).

Tanmateix, diversos autors i pensadors critiquen la fragmentarietat i la discontinuïtat a què pot donar lloc l'expressió hipertextual. Per a alguns d'aquests autors, el desenvolupament cognitiu, la reflexió i l'anàlisi crítica es relacionen amb la capacitat de pensar mitjançant arguments proposicionals, i per a la formació i el coneixement es considera de vital importància la pròpia existència i forma d'organització del text imprès, que permet un desenvolupament lineal i argumentatiu del discurs seqüencial. L'hipertext, per tant, trencaria amb el pensament lògic, argumentatiu i racional.

Els sistemes hipertextuals s'apropen a les formes de pensament humà en el moment en que permeten que l'usuari accedeixi a la informació de forma lliure. L'hipertext, és una eina, una forma de memòria artificial capaç d'entrar en interacció amb la intel·ligència humana, donant a l'usuari noves perspectives per informar-se llegir, escriure i pensar (Clément, 2000). A diferència d'altres objectes i artefactes creats per l'home, que són extensió del seu cos, **l'ordinador és una prolongació de la ment**. El principi de la hipertextualitat ens permet tractar la xarxa com l'extensió dels continguts de la pròpia ment. L'hipertext fa que la memòria de qualsevol persona es converteixi en la memòria de la resta de persones i converteix la xarxa en la primera memòria mundial (De Kerckhove, 1999; Rueda, 2007). L'hipertext, en tant que eina d'exteriorització del pensament, possibilita l'exteriorització i construcció de sofisticades eines de tipus heurístic. I aquesta interacció amb l'hipertext constitueix un procés de diàleg entre el lector i l'interfície que invita a experimentar formes no lineals de lectura i escriptura, configurant, així, noves formes d'associació (Gamba, 2004).

Són molts els autors que consideren que el format hipertextual respon a la nostra manera de pensar i de construir el coneixement. I aquesta important característica del format hipertextual podria obrir les portes a un salt qualitatiu en les formes d'aprenentatge i processament de la informació. Vannevar Bush parlava de màquines poètiques, màquines que treballaran per analogia i associació, **màquines que capturaran la brillantor anàrquica de la imaginació humana** (Bush, 1967).

4.2.3. La Teoria de la Flexibilitat Cognitiva de Spiro

Rand Spiro, psicòleg i professor de la Universitat Estatal de Michigan, i els seus companys de recerca de la Universitat, han desenvolupat una teoria anomenada Flexibilitat Cognitiva que busca analitzar l'aprenentatge de coneixements avançats d'estructuració complexa i el disseny d'entorns d'aprenentatge hipertextuals adequats a aquest tipus de continguts. El mateix Spiro defineix la seva recerca en els següents termes: "com ha de ser un aprenentatge per tal que les tendències cap a la simplificació conceptual es contrarestin i siguin compatibles amb una àmplia gamma d'aplicacions futures dels coneixements apresos?" (Spiro, 2008). Partint de la importància de les interrelacions existents entre els diversos temes i matèries de l'ensenyament, Spiro i el seu equip han elaborat un conjunt de recomanacions per al desenvolupament de sistemes d'hipertext per a l'ensenyament amb l'objectiu de promoure l'èxit en l'aprenentatge de temes complexos. "Aquest enfocament sistemàtic, evita el caràcter ad hoc de molts programes recents d'instrucció basats en l'hipertext, que sovint han estat impulsats per la intuïció i el poder de la tecnologia" (Spiro et al., 2001).

Una part central del seu programa de recerca consisteix en el desenvolupament i l'assaig d'eines hipermèdia basades en la teoria d'entorns d'aprenentatges dissenyats per promoure la flexibilitat cognitiva, i les seves àrees d'especialització inclouen l'aprenentatge professional, l'aprenentatge en dominis complexos com la literatura, la història, les ciències humanes i la medicina, el multimèdia interactiu i la comprensió lectora. Per flexibilitat cognitiva els autors es refereixen a la capacitat de reestructurar de forma espontània els propis coneixements com una resposta adaptativa als canvis radicals de les demandes de cada situació (Spiro & Jehng, 1990, a Nix & Spiro, 1990).

En disciplines en les que els continguts ofereixen una estructura difusa, en les que qualsevol tema pot interpretar-se des de diferents contextos teòrics o punts de vista, l'hipertext pot resultar un bon mitjà per facilitar el seu aprenentatge perquè permet representar les múltiples connexions entre els seus components i la seva constant reestructuració per part de l'usuari que les aprèn (Rovira, 1997). Spiro i el seu equip argumenten que les diverses formes de complexitat conceptual d'aquest tipus de disciplines i la irregularitat en els patrons d'ús d'aquest tipus de coneixement complex, condueixen a errors comuns i predictibles en l'aprenentatge que es caracteritzen per la simplificació conceptual i la impossibilitat d'aplicar

els coneixements a casos o situacions noves. La solució passa per inculcar als processos d'aprenentatge una major flexibilitat cognitiva, és a dir, incloure la capacitat per representar el coneixement des de diferents perspectives, així com facilitar que els alumnes desenvolupin habilitats de processament cognitiu flexible i adquireixin estructures de connexió del coneixement. A mesura que l'individu comprèn i aprèn el contingut d'una matèria, va relacionant pensaments i idees i experimenta, d'alguna manera, una modificació estructural – cognitiva, és a dir, per tal de ser capaç d'explicar i argumentar noves idees, trasllada a nous contextos coneixements adquirits amb anterioritat.

Els mètodes tradicionals d'ensenyament es basen en mitjans de comunicació lineal, com llibres i conferències. Aquesta linealitat no és un problema quan la matèria que s'ensenya és simple i està ben estructurada. Però a mesura que el contingut augmenta en complexitat i la seva estructura esdevé més difícil, quantitats cada vegada més grans d'informació important es perden amb enfocaments lineals i organitzacions unidimensionals. Les tecnologies d'accés aleatori fan possible noves formes d'aprenentatge i instrucció no lineals i multidimensionals, que s'adaptin millor a la transmissió de continguts complexos (Spiro, 2008).

Aquesta teoria emfatitza aquest trasllat del coneixement i les habilitats més enllà del seu context inicial d'aprenentatge, de manera que s'extrapola la informació prèvia i s'observa des de diferents i noves perspectives. Cal atorgar, doncs, a l'alumne la oportunitat de desenvolupar les seves pròpies representacions de la informació, de forma que es genera una major elaboració per part de l'alumne en el seu propi aprenentatge, que és rebut d'una manera més significativa perquè resulta més proper i amb més sentit (Spiro, 1999, citat a Wikipedia.org, 2007).

D'aquesta manera, la Teoria de la Flexibilitat Cognitiva defensa l'oferta de diferents representacions i interpretacions de la informació per aconseguir aprenentatges de matèries amb estructures complexes, així com que la repetició de la informació en diferents contextos ajuda a millorar la transferència dels coneixements. Aquests autors assenyalen que la tendència a la simplificació excessiva de la complexitat del món real pot estar causant una mala estructuració en els aprenentatges; entitats molt complexes del coneixement sovint són tractades com entitats simples fora del context real en el que es produeixen (Spiro, 1999, citat a Wikipedia.org, 2007).

La Teoria de la Flexibilitat Cognitiva s'emmarca dins el context teòric del Constructivisme, que afirma que **la comprensió cognitiva** implica anar més enllà de la informació presentada, **implica la construcció de significat**: el text és un pla preliminar per a la construcció d'una entesa. La informació continguda en el text s'ha de combinar amb la informació fora del text, incloent el coneixement previ de l'alumne, per a formar una representació completa i adequada del significat del text (Spiro et al., 2001).

Aquests autors suggereixen un recorregut no lineal i multidimensional de la matèria complexa, atès que aquest tipus d'instrucció prepara els estudiants per a la diversitat d'usos del coneixement complex, i demostra els patrons d'interconnexió múltiple i dependència del context del coneixement. En aquest punt, les tecnologies esdevenen eines essencials per aconseguir la flexibilitat de representació i construcció del coneixement. "L'ordinador és una eina ideal degut a la flexibilitat que proporciona pel foment de la flexibilitat cognitiva. En particular, els sistemes d'hipertext, multidimensionals i no lineals, si es dissenyen adequadament" (Spiro et al., 2001). Els entorns hipertextuals faciliten la reestructuració flexible de les seqüències de presentació d'instrucció, així com múltiples codificacions de dades i els diversos vincles entre els elements del contingut, però aquests sistemes hipertextuals serien més fàcils d'utilitzar i donarien un major suport als estudis si estiguessin dissenyats de forma sistemàtica d'acord amb una teoria de com la informació serà processada, representada mentalment, i finalment utilitzada (Spiro, 2008).

Tanmateix, l'aplicació de la Teoria de la Flexibilitat Cognitiva no és tan simple com connectar-ho tot, sinó que existeixen diverses maneres de dissenyar sistemes hipertextuals i bones raons per creure que un gran nombre d'aquests sistemes actualment no produeixen resultats exitosos d'aprenentatge (per exemple, perquè porten a l'estudiant a perdre's en un laberint confús de connexions). **Cal una disciplina de disseny hipertextual basada en una teoria adequada de l'aprenentatge i l'ensenyament** (Spiro et al., 2001).

En definitiva, la teoria d'Spiro i els seus companys postula l'ús flexible del coneixement preexistent de dues maneres: per un costat l'aprenentatge de conceptes es construeix a partir dels coneixements previs i per l'altre, els propis esquemes de coneixements es reconstrueixen amb cada nou cas d'aprenentatge (Rovira, 1997). Amb aquesta premissa poden es dissenyar entorns d'aprenentatge hipertextuals enfocats a facilitar aquesta flexibilitat.

Per la seva banda, Schnoltz (2002), quan parla d'hipermèdia, parla també d'aprenentatge no lineal atesa la seva estructura i la organització de la informació en forma de xarxa amb nodes interconnectats. Aquesta manera d'organitzar la informació proporciona un accés flexible a aquests espais d'informació, però en la seva opinió, sovint s'espera que aquestes característiques donin lloc a un pensament més dinàmic i a unes estructures de coneixement més coherents.

Com ha defensat Spiro, els hipertextos suggereixen múltiples perspectives que milloren els processos d'elaboració i, finalment, donen com a resultat una major flexibilitat cognitiva (Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991). Però **la major part dels estudis sobre aprenentatge amb hipertextos han donat resultat contradictoris sobre una possible millor execució amb hipertextos que amb textos lineals tradicionals** (Schnoltz, 2002).

Cal tenir en compte que tant els hipertextos com els textos lineals són codificacions que procedeixen del llenguatge natural, i que aquest sempre està associat a una producció seqüencial de signes. Paral·lelament, i degut a la capacitat limitada de la nostra memòria de treball, aquests signes també han de ser processats de forma seqüencial per a la comprensió del llenguatge. Per la qual cosa, el processament de la informació és també, d'alguna manera, lineal amb l'hipertext. Només existeix una diferència en la mesura en què un text tradicional suggereix una via de processament lineal, mentre que un hipertext proporciona diferents possibilitats de processament lineal.

L'aprenentatge no lineal amb hipermèdia requereix processos de navegació, de cerca d'informació i d'avaluació de la informació, a més d'un processament semàntic. Aquests processos també es basen en la capacitat de la memòria de treball, per la qual cosa requereixen una orientació suficientment clara cap a un objectiu per permetre un aprenentatge efectiu amb recursos hipermèdia. Generalment, sembla que aquest tipus de recursos es prefereixen com a sistemes d'informació per a experts més que com a sistemes d'aprenentatge per a novells.

Una forma no lineal d'aprenentatge multimèdia requereix certa capacitat cognitiva, i el grau de no-linealitat s'ha d'adaptar al nivell d'aprenentatge i a les habilitats metacognitives de l'aprenent (Schnoltz, 2002).

La distància que hi ha entre disposar de la informació idònia i assimilar-la en coneixement no pot escurçar-se amb cap instrument, cadascú ha de donar el salt de forma personal, interna i intransferible segons les seves aptituds, desigs i necessitats. Tanmateix, l'hipertext pot ajudar a obtenir la informació adequada, en el moment precís, inclòs sense saber prèviament quina informació és l'adequada (Rovira, 1997).

Un aspecte essencial del procés d'aprenentatge és relacionar la nova informació amb els coneixements que ja es posseeixen, de manera que es compregui i interpreti la nova informació en relació a la ja coneguda. En aquest procés cal reestructurar els coneixements ja consolidats per assimilar la nova informació i fer evolucionar la pròpia estructura cognitiva. En aquest sentit, l'hipertext té algunes característiques que el fan especialment útil per dur a terme processos d'aprenentatge; l'hipertext pot ser dissenyat per ajudar a obtenir la informació al nivell dels aprenentatges previs de l'usuari oferint una lectura no seqüencial de la informació i atorgant al lector el control dels continguts a consultar (Rovira, 1997). D'aquesta manera, un bon disseny hipertextual facilitarà l'obtenció de la informació necessària per construir el propi aprenentatge, degut a la possibilitat que ofereix aquest mitjà per representar diferents estructures semàntiques sobre una mateixa matèria. La xarxa semàntica de relacions que ofereix una estructura jeràrquica és molt pobre quan es busca la comprensió d'un tema des de diferents punts de vista o quan s'intenta la construcció de noves relacions entre els seus conceptes (Rovira, 1997).

Existeixen determinats principis pedagògics i psicològics que influeixen en els processos d'aprenentatge, i que resulten imprescindibles a l'hora de dissenyar eines didàctiques (Rovira, 1997):

- El coneixement previ és tan determinant en l'adquisició de nous coneixements, que cal organitzar el contingut d'una matèria en diferents nivells o capes per tal que la informació pugui acomodar-se al nivell individual de cada usuari, ja sigui bàsic o avançat. L'usuari ha de poder construir les seves pròpies associacions, així com nous enllaços, amb el nou contingut hipertextual.
- L'organització del contingut en nodes conceptuals facilita la comprensió i el record de la informació, per tant, cal distribuir de forma coherent les diferents parts de què consta cada matèria.

- La multiplicitat de formes en què una mateixa informació pot organitzar-se fa que un hipertext hagi de proporcionar la màxima informació sobre totes aquestes opcions, és a dir, ha de reflectir les diferents estructures que un contingut pot adoptar perquè l'usuari triï la que més s'acomodi als seus esquemes.
- Un processament de la informació profund millora la seva comprensió i ús posterior, de manera que l'hipertext ha d'oferir a l'usuari la reelaboració de la informació, buscant augmentar el número i la quantitat de les connexions entre el coneixement previ i el nou.
- Altres opcions complementàries, com l'ús de metàfores o la inclusió d'estímul visual i sonors, poden facilitar el procés d'aprenentatge de nova informació a través de l'hipertext.

Per la seva banda, Rovira ens proposa MAIDHEA, un mètode per modelar contingut hipertextual per a l'ensenyament-aprenentatge, basat en els processos de planificació didàctica de les ciències de l'educació, en les teories de l'organització del contingut i de l'elaboració de Reigeluth, en els mètodes de sistemes de navegació hipertextual de les ciències de la documentació, en l'enginyeria del software i en la Teoria de la Flexibilitat Cognitiva de Rand Spiro. Els objectius del modelatge MAIDHEA són representar l'hipertext en forma de diagrames per tal de facilitar la comunicació entre les persones de diferents disciplines que participen en el desenvolupament d'aquest hipertext, així com representar models genèrics d'hipertextos que podrien funcionar com plantilles per crear nous materials didàctics hipertextuals. Rovira utilitza aquest tipus de modelatge hipertextual en el context de la creació de contingut didàctic d'un Màster universitari sobre documentació digital que s'imparteix de forma no presencial a través de la xarxa. El resultat d'aplicar MAIDHEA és un model genèric d'hipertext que podria aplicar-se al desenvolupament de materials didàctics hipertextuals per a la formació de postgrau en altres matèries, especialment les relacionades amb les tecnologies de la informació (Rovira, 2001).