

TESIS DOCTORAL

Doctorado de Filosofía de la Ciencia

Departamento de Filosofía de la Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra

Nombre del Aspirante: Ricardo Salim

Cursos de doctorado realizados entre: 1992 y 1995
Inscripción del proyecto de tesis: 17 de octubre de 1994

**Director inicial: Prof. Gerard Vilar, Universidad Autónoma de Barcelona
(Cataluña, España)**

Solicitud de prórroga y cambio de director:
Aprobada en diciembre de 2002 durante visita del Dr. Carlos Ferrán a Bellaterra.

Director actual: Dr. Carlos Ferrán, Pennsylvania State University (EUA)

TÍTULO

"Revisión del concepto de Conocimiento como valor económico, en particular como objeto de gerencia, desde el punto de vista de la función de la información en organismos biológicos, organizaciones sociales y sistemas mecanizados"

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN GENERAL	5
2. INTRODUCCION GENERAL	6
3. LOS OBJETOS INFORMACIONALES Y LA TEORIA DE LA EVOLUCION.....	8
3.1. FORMA, INFORMACIÓN Y EVOLUCIÓN.....	8
3.1.1. Forma, materia y energía	8
3.1.2. Forma, información y objetos informacionales	9
3.1.3. Forma, información y reproducción	10
3.1.4. Reproducción, variación y comportamiento.....	10
3.1.5. Comportamiento autoreproductivo y evolución	11
3.1.6. El objeto informacional como sujeto de la evolución	14
3.1.7. La selección binaria	17
3.1.7.1. Búsqueda secuencial y búsqueda binaria	17
3.1.7.2. Selección binaria	18
3.1.7.3. Respuesta binaria al tiempo combinatorio	18
3.2. LAS DIMENSIONES INFORMACIONALES.....	19
3.2.1. Las dimensiones de la información	20
3.2.1.1. Dimensión sintáctica de la información	20
3.2.1.2. Dimensión semántica de la información	20
3.2.1.3. Dimensión pragmática de la información	20
3.2.1.4. Dimensión energético-material de la información	21
3.2.2. Las dimensiones de la información y las fases del ciclo de la evolución	21
3.2.2.1. Minimización pragmática e ilusión idealista	22
3.2.2.2. El orden idealista y el orden evolutivo	22
3.2.2.3. Herencia semántica y perversiones idealistas: el idealismo ciego y la explosión combinatoria	22
3.2.3. Dimensiones y medidas de la información	23
3.2.3.1. El bit y las dimensiones informacionales	23
3.2.3.2. La medida probabilística de Shannon y Weaver	25
3.2.3.3. La medida de Shannon como medida material y sintáctica	26
3.2.3.4. La medida de Shannon como medida semántica y pragmática.....	27
3.2.3.5. La medida algorítmica de la información y sus dimensiones	28
3.2.4. Dimensiones informacionales de algunos objetos	30
3.2.4.1. Objetos informacionales de dimensión predominantemente energético-material.....	30
3.2.4.2. Objetos informacionales de dimensión predominantemente sintáctica	30
3.2.4.3. Objetos informacionales de dimensión predominantemente semántica	32
3.2.4.4. Objetos informacionales de dimensión predominantemente pragmática.....	33
3.2.4.5. Objetos informacionales multidimensionales	33
3.2.4.6. Objetos informacionales integrales	34
3.2.4.7. Cuadro resumen de objetos informacionales agrupados por dimensión informacional.....	35
3.3. COPIA Y ECONOMÍA DE LOS OBJETOS INFORMACIONALES.....	36
3.3.1. Copia de la forma, no de la materia ni de la energía.....	36
3.3.2. El valor de cambio de la copia.....	37
3.3.3. Restricciones a la copia.....	37
3.3.3.1. Restricciones físicas.....	37
3.3.3.2. Restricciones legales.....	38
3.3.3.3. Restricciones éticas.....	38
3.3.3.4. Restricciones físicas por excepcionalidad del soporte	38
3.3.3.5. Restricciones técnicas.....	38
3.3.4. La materialización de las copias para su intercambio	38
3.3.5. La desmaterialización de la copia para su transporte	39
3.3.5.1. El costo de transporte.....	39
3.3.5.2. Sustitución de transporte por comunicación.....	40
3.3.5.3. El ilustrativo caso de la moneda	40
3.4. CONCLUSION	42

4. EL CONOCIMIENTO COMO OBJETO INFORMACIONAL	44
4.1. INTRODUCCIÓN	44
4.1.1. El conocimiento como "forma de hacer"	44
4.2. EL SUJETO DEL CONOCIMIENTO.....	46
4.2.1. Tres condiciones definitorias	46
4.2.2. Los objetos autoproducidos como sujetos del conocimiento.....	47
4.2.3. Los objetos no autoproducidos como sujetos del conocimiento.....	47
4.2.3.1. Los objetos no autoproducidos como instrumentos de autoproducción.....	47
4.2.3.2. Instrumentos de autoproducción que no 'conocen'	48
4.2.4. Objetos que no son autoproducidos ni instrumentos de autoproducción	48
4.2.4.1. Las sustancias químicas no biológicas	48
4.2.4.2. Los átomos y partículas subatómicas	49
4.2.4.3. Los objetos astronómicos.....	49
4.2.4.4. Los fluidos y el demonio de Maxwell	49
4.2.4.5. Objetos metafísicos	50
4.2.4.6. "Espíritu", "alma" etcétera.....	50
4.2.5. Resumen: El objetivo autoproducido del sujeto del conocimiento.....	51
4.3. EL OBJETO DEL CONOCIMIENTO	52
4.3.1. La energía y la materia, objeto de las ciencias físicas y químicas	53
4.3.1.1. Energía y materia como objeto de la Física	53
4.3.1.2. Energía y materia como objeto de la Química	54
4.3.1.3. Energía y materia como objeto de la Termodinámica	54
4.3.2. La vida, objeto de las ciencias de la vida	55
4.3.3. La sociedad humana, objeto de las ciencias sociales y económicas.....	55
4.3.4. La producción y sus medios, objeto de las ciencias económicas, industriales y empresariales	55
4.3.5. La información, objeto de las ciencias de la información	56
4.3.2.1. Ciencia y tecnología de la información.....	56
4.3.2.2. Una eventual Física de la información	56
4.3.6. El conocimiento, objeto de las ciencias de la cognición.....	57
4.3.6.1. Epistemología y Filosofía de la ciencia	58
4.3.6.2. Ciencias de la cognición	58
4.3.6.3. Gerencia del Conocimiento	58
4.3.7. Lo inmaterial no entendido como información, objeto de la metafísica.....	58
4.4. LOS LÍMITES OBJETIVOS DEL CONOCIMIENTO.....	59
4.4.1. El principio de incertidumbre	59
4.4.2. La velocidad de la luz	60
4.4.3. La complejidad y el azar	60
4.4.4. La entropía.....	61
4.5. CONOCIMIENTO E INFORMACIÓN.....	62
4.6. GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO	63
4.6.1. La generación de conocimiento.....	63
4.6.1.1. Generación y selección	63
4.6.1.2. El ciclo completo del conocimiento: Generación, prueba y selección	65
4.6.1.3. Red semántica y red pragmática	67
4.6.1.4. Sentencias y paradigmas como cierres parciales del ciclo	67
4.6.2. La transferencia de conocimiento.....	68
4.6.2.1. La transferencia como reproducción del conocimiento	68
4.6.2.2. La transferencia pedagógica	69
4.6.2.3. La cultura como conocimiento social.....	70
4.6.3. La transferencia de conocimiento como transferencia de información	71
4.6.3.1. Conocimiento explícito como información semántica.....	74
4.6.3.2. Conocimiento tácito o <i>know how</i> como información pragmática.....	75
4.6.3.3. Resumen de transferencia de conocimiento como transferencia de información.....	76
4.6.3.4. La compatibilidad entre emisor y receptor.....	76
4.7. CONCLUSIÓN	78
5. EL CONOCIMIENTO EN EL CONTEXTO DE LOS NEGOCIOS	79

5.1. INTRODUCCIÓN	79
5.2. EL CONOCIMIENTO COMO VALOR ECONOMICO	81
5.2.1. El conocimiento como activo intangible.....	81
5.2.2. El costo del conocimiento	82
5.2.3. La 'tangibilización' del conocimiento.....	83
5.2.3.1. Valor del conocimiento "tangibilizado".....	84
5.2.3.2. La diferencia entre 'tangibilizar' y explicitar el conocimiento tácito	86
5.2.3.3. El conocimiento implícito en la sociedad	87
5.2.4. El conocimiento por producir	88
5.3. EL CUELLO DE BOTELLA DE LA GERENCIA DEL CONOCIMIENTO.....	89
5.3.1. Tres dificultades aparentemente diferentes	90
5.3.1.1. Lo impredecible de la generación de conocimiento	90
5.3.1.2. La transferencia del conocimiento tácito	94
5.3.1.3. La incompatibilidad entre emisor y receptor.....	96
5.3.2. La dificultad central: la minimización pragmática	97
5.4. LA INFORMATIZACION DEL CICLO DEL CONOCIMIENTO COMO SOLUCION.....	98
5.4.1. Praxis simulada y sus limitaciones	99
5.4.2. Una inteligencia artificial más pragmática	99
6. CONCLUSIONES GENERALES	102
6.1. APORTE ACADEMICO	102
6.2. APORTE A LA PRAXIS DE LA GERENCIA DEL CONOCIMIENTO	103
6.3. ORIENTACIÓN FUTURA	103
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	106

1. RESUMEN GENERAL

El conocimiento ha sido revalorizado en las últimas décadas como el principal recurso productivo, por encima de activos tangibles como las materias primas, las plantas industriales o las redes de distribución. En ocasiones se incluye dentro del Recurso Humano pero en otras es visto como recurso diferenciado. Se ha convertido en foco de atención de la teoría y práctica de los negocios, particularmente bajo la disciplina conocida como Gerencia del Conocimiento (o *Knowledge management*).

Por lo novedoso y pragmático de esta disciplina, la expectativa generalizada entre sus cultivadores y destinatarios era la de que, lejos de entramparse en problemas científicos o filosóficos profundos, la Gerencia del Conocimiento aplicara en el corto plazo técnicas gerenciales para incrementar la efectividad y disminuir los costos de la generación y transferencia del conocimiento en las organizaciones. Pero a medida que se hizo necesario justificar las inversiones a efectuar para dicho objetivo, hubo que formular planes donde éstos quedaran definidos con precisión, lo que a su vez requirió de definiciones de conceptos y marcos de referencia sólidos. Por ejemplo, ¿Está el conocimiento de una empresa sólo en sus patentes, en sus manuales de procedimientos? ¿Es esto información o algo más? ¿Es información, algo más o algo menos la manera en que los trabajadores operan una empresa sin que lo hayan explicitado o lo puedan explicitar en forma de patentes o manuales? ¿Es este conocimiento tácito, este “saber cómo” (o *know how*) algo más que un conjunto de conductas aprendidas de modo similar a como los animales del circo aprenden sus rutinas? ¿Es esto relevante? ¿Es más valioso el *know how* que el conocimiento explícito? ¿Cómo se define con precisión suficiente para medirlo y valorarlo?

Las respuestas no se encontraban en la literatura de los negocios. No obstante, la Gerencia del Conocimiento se mostró renuente a buscarlas en la filosofía o en otras disciplinas que hace tiempo estudian el conocimiento, como la biología, las neurociencias, la psicología o la pedagogía. Recurrió apenas a la cibernética y junto con ésta a las tecnologías de la información. Incurrió en improvisar marcos conceptuales que terminaron siendo en el mejor de los casos paráfrasis de anteriores estudios de las disciplinas más tradicionales. Y en el peor caso, marcos conceptuales ad-hoc y por lo tanto de difícil generalización teórico-práctica.

En este trabajo mostramos que 1) los marcos de la teoría general de la evolución y de la teoría de la información, en particular lo que respecta a las dimensiones de la información o bien, su clasificación en sintáctica, semántica y pragmática, son útiles para plantear los problemas de generación y transferencia de conocimiento, así como sus posibles soluciones, 2) la Gerencia del Conocimiento, hoy principal foro de discusión de los problemas del conocimiento, malgasta esfuerzos en intentar minimizar, más allá de lo logrado por la pedagogía tradicional, lo que aquí identificamos como la fase pragmática del conocimiento, a menos que emplee mucho más a fondo la tecnología de la información y 3) que el empleo de la tecnología de la información por parte de la Gerencia del Conocimiento debe orientarse no a resolver problemas semánticos del conocimiento, como ha sido el caso de la Inteligencia Artificial, sino problemas pragmáticos, por la vía de la simulación pragmática y de la inteligencia de mercado aplicada a la Internet.

2. INTRODUCCION GENERAL

El conocimiento es sin duda uno de los activos más valorados por las organizaciones hoy. Esto les impone realizar especiales esfuerzos para administrarlo adecuadamente. A esto responde tanto en el plano teórico como en el práctico la llamada Gerencia del Conocimiento (o *Knowledge management*).

La gerencia de un activo no necesariamente exige por parte del gerente o administrador un saber profundo, científico o tecnológico sobre la naturaleza del activo, bastándole dominar sus aspectos administrables. Por ejemplo, un administrador no necesariamente debe estudiar los principios termodinámicos del motor de combustión interna ni los detalles de la mecánica automotriz para administrar una flota de camiones. Le basta estar al tanto de los requerimiento del activo por parte de la organización y los parámetros de costo, depreciación, rendimiento, mantenimiento, adiestramiento del personal de operación, delimitación de las responsabilidades de la organización y del personal, plan de utilización, estatus de disponibilidad, dispositivos de control aplicables, pólizas de seguros etcétera.

El caso del conocimiento como activo sería similar si tuviéramos a mano un conjunto equivalente de parámetros administrables. Pero no los tenemos. Por ejemplo, buena parte de las organizaciones no sólo no cuentan con una buena medida de su requerimiento de conocimiento, ni de su costo de generación o adquisición, ni de la proporción factible entre uno y otro, sino que ni siquiera se han planteado el problema y si se lo plantearan tropezarían con imprecisiones en la definición de los conceptos involucrados, como el propio concepto de conocimiento. Tampoco está claro ni en la teoría ni en la práctica bajo qué criterio el conocimiento podría ser sujeto a depreciación; no existen baremos ampliamente aceptados sobre el rendimiento del conocimiento y los intentos se han tropezado con los mismos problemas conceptuales. El concepto del mantenimiento del conocimiento en las organizaciones tiene vertientes inusualmente complejas que van desde la definición de la propiedad intelectual de una organización, pasando por la preservación del secreto, la preservación de los soportes materiales del conocimiento y de su efectividad semántica y pragmática, hasta la programación de la obsolescencia respecto al avance del conocimiento en otras organizaciones, todo lo cual exige también definiciones conceptuales más precisas que las disponibles en el entorno de los negocios. La transferencia del conocimiento al nuevo personal no se limita a su adiestramiento en un conjunto bien definido de procedimientos, sino que a menudo se extiende a la inserción funcional del personal en la cultura de la organización, por lo general difusa o tácita, lo que resulta ser, por ello mismo, un tema que requiere definiciones.

En fin, si bien es un activo, y un activo valioso, ni el conocimiento como un todo ni sus partes son conceptos definidos con precisión para efectos de negocios, como lo es una flota de camiones. Y definir un concepto con precisión, aunque sea para efectos de la gerencia, requiere que el gerente o administrador cuente con que al menos otros conozcan el equivalente de lo que para los camiones es el principio termodinámico del motor de combustión interna, porque de otro modo ni siquiera podrá estar seguro de que está administrando lo mismo que la junta directiva de su organización cree que está administrando.

Este trabajo consta de tres capítulos, consistiendo los dos primeros en el desarrollo de las bases conceptuales –el equivalente del principio termodinámico de la combustión interna para el caso de los camiones- de lo que en el tercero entenderemos por conocimiento, ya para efectos de su administración o gerencia. No respondemos en este capítulo de manera detallada incertidumbres como las mencionadas sobre los aspectos gerenciales o administrativos del conocimiento –costo, depreciación etcétera-. No es una tesis de filosofía de la ciencia el lugar adecuado para hacerlo. Pero mostramos cómo gracias a las bases conceptuales aquí desarrolladas, estos aspectos pueden ser tratados dentro de un marco conceptual más amplio y al mismo tiempo más definido que los diversos, en muchos casos improvisados y frágiles marcos conceptuales a los que ha venido recurriendo la Gerencia del Conocimiento.

En el primer capítulo, LOS OBJETOS INFORMACIONALES Y LA TEORIA DE LA EVOLUCION vemos que la forma de la materia determina su comportamiento. Así, una forma exterior esférica determina que una porción de vidrio pueda rodar. La fórmula química del vidrio determina el peso específico de la canica y otras características que inciden igualmente en su comportamiento. La información genética determina que un organismo se pueda reproducir. Y así como un cambio de la forma exterior puede incidir en la capacidad de rodar, una mutación de la información genética puede disminuir o aumentar la capacidad reproductiva. En caso de aumento, esa información

genética se reproduce más, por definición, tendiendo a prevalecer. Una larga cadena de mutaciones prevalecientes, esto es, una cadena evolutiva, dio como resultado organismos con capacidad de complementar su información genética con información neural, en particular con conocimiento.

La forma exterior, la fórmula química, la información genética, la información neural, el conocimiento y con ellos toda una serie de objetos que podemos llamar 'objetos informacionales' o, simplemente, información, determinan pues el comportamiento de la materia, particularmente la vida y su propia reproducción y, con su evolución, la producción de objetos complementarios (como viviendas –nidos, casas-, utensilios y máquinas) que a su vez potencian la continuación del ciclo. En su conjunto conforman las culturas. De modo que la información, en particular el conocimiento, determina la producción. De allí la importancia que siempre se le ha otorgado al conocimiento y su reciente consideración como el activo más valioso de las organizaciones productivas.

El ciclo evolutivo tanto genético como cultural se cumple en tres fases: 1) la ocurrencia de mutaciones o “errores de copiado” en una reproducción, 2) el intento de la forma mutada o errática de plasmarse y reproducirse a su vez sobre otras porciones de materia y 3) la plasmación de la forma errática sobre otras porciones de materia, o bien su desvanecimiento. Estas fases y las transiciones entre ellas se ubican en un espacio conformado por las dimensiones sintáctica, pragmática y semántica de la información. El “error de copiado” es inicialmente un cambio de forma, un evento predominantemente formal o sintáctico. A medida que intenta plasmarse y reproducirse en otra porción de materia pasa a la acción, un evento pragmático. Y su predominancia final respecto a otras formas establece una nueva forma, un nuevo significante, lo que constituye un evento predominantemente semántico.

En el segundo capítulo, EL CONOCIMIENTO COMO OBJETO INFORMACIONAL, vemos cómo el ciclo del conocimiento cumple las tres fases del ciclo evolutivo pero se diferencia del ciclo genético en las intensidades de cada una, particularmente en la fase pragmática. En efecto, el conocimiento no requiere tanto como la evolución genética avanzar en la experiencia material para seleccionar o descartar cada nueva forma errática. La evolución genética requiere del aborto del desarrollo del fenotipo, su muerte o la extinción de toda una especie para descartar una mutación del genotipo. El conocimiento es capaz de inferir el resultado de una forma o idea errática con indicios pragmáticos mucho menores y en ocasiones por la sola comparación de la nueva idea con otras similares previamente experimentadas y conservadas en la memoria. Con ello acelera la evolución y reduce sus costos energético-materiales. En otras palabras, el conocimiento tiende un puente sintáctico-semántico para evitar en lo posible los lentos y costosos contactos con la materia y la energía propios de la fase pragmática. A esta capacidad la denominamos minimización pragmática, con su complementaria maximización sintáctico-semántica. Sin embargo, el abuso de esta capacidad conduce a perversiones como el idealismo ciego, totalmente desconectado de la realidad, o la explosión combinatoria, debida a la falta de filtros pragmáticos, “duros”, capaces de podar tempranamente ramas combinatorias que causarían una excesiva frondosidad semántica.

Finalmente, en el capítulo EL CONOCIMIENTO EN EL CONTEXTO DE LOS NEGOCIOS vemos cómo el ubicar al Conocimiento en el espacio conformado por las dimensiones informacionales, arroja luz sobre los hoy reconocidos cuellos de botella de la Gerencia del Conocimiento. Mostramos que éstos convergen en la creciente presión de la demanda de conocimiento sobre los límites de la minimización pragmática. Señalamos la creciente potencia de la informática como el único recurso a explorar en procura de ensanchar semejante cuello de botella.

3. LOS OBJETOS INFORMACIONALES Y LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

En este capítulo examinamos una intersección entre la Teoría de la Información y la Teoría de la Evolución en la que la Forma, y con ella la información y los objetos que denominaremos informacionales, son entendidos como el sujeto de la evolución. Esto prepara el terreno para, en el siguiente capítulo, entender el Conocimiento como una forma susceptible de sufrir deformaciones erráticas (o mutaciones, en el sentido general del término), objeto éstas de una selección intelectual y cultural, tal como las mutaciones de la fórmula genética son objeto de la Selección Natural (introducida por Darwin en “El origen de las especies” (Darwin 1859)). Esto nos prepara a su vez para abordar desde bases profundas los problemas de generación y transferencia del conocimiento, que disciplinas como la Gerencia del Conocimiento han venido abordando desde marcos conceptuales más bien improvisados o ad-hoc.

3.1. FORMA, INFORMACIÓN Y EVOLUCIÓN

Al final de esta sección la Teoría de la Evolución quedará entendida como una generalización del concepto darwiniano de Selección Natural en la que 1) la selección deja de referirse sólo a las especies biológicas o, más modernamente, a sus fórmulas genéticas, para aludir a cualquier objeto de los que aquí llamaremos “informacionales” (formas de cualquier objeto material o energético, formas mentalmente construidas, fórmulas, información en general, ideas, conocimiento, hipótesis, teorías etcétera); 2) la selección deja de ser sólo “natural”, en alusión a la supervivencia de especies biológicas, para ser también intelectual o cultural (social, académica, científico-tecnológica etcétera). Generalizaciones como ésta, con sus particularidades según cada enfoque, son ampliamente elaboradas y citadas en la literatura de múltiples disciplinas, desde la filosofía hasta la cibernética. Un buen ejemplo es el artículo “*A general 'selection theory' as implemented in biological evolution and in social belief-transmission-with-modification in science [A commentary on Hull]*” (Campbell 1988).

Veremos que los objetos informacionales son susceptibles de sufrir deformaciones erráticas producidas en última instancia por azar, siendo estas deformaciones el objeto preciso de la selección, desde natural hasta cultural.

3.1.1. Forma, materia y energía

Una mesa tiene un componente de materia (madera, por ejemplo) y un componente de forma (volumen aplanado dispuesto horizontalmente, apoyado sobre uno o más volúmenes alargados, dispuestos verticalmente). Igualmente, un sonido tiene un componente de energía (la energía de la onda sonora) y un componente de forma (la modulación de la onda). La forma, aunque requiere de un soporte energético-material, es separable de cualquier soporte específico y trasladable a otro, si bien algunos soportes energético-materiales pueden resultar insuficientes y reproducir una forma poco fiel a la original. Por ejemplo, la forma de la mesa puede transmitirse mediante un dibujo en tinta sobre papel o mediante una descripción en lenguaje simbólico (“volumen aplanado dispuesto...”) o plasmarse en metal o mármol. La forma de la onda sonora puede representarse en un osciloscopio o en una partitura.

Supongamos que un automóvil al que ya se le han cambiado buen número de partes en distintas reparaciones, entra nuevamente al taller y de manera coincidental se le cambian esta vez todas las que no se le habían cambiado antes. Concluido el trabajo, el dueño recibe su automóvil con sus partes cambiadas y tal vez no perciba que lo único que conserva del automóvil que él compró es la forma. Nada de su materia. La materia fluye, como diría Heráclito (en “Textos de los grandes filósofos” (Verneaux 1982):

“Son distintas las aguas que cubren a los que entran en el mismo río”

La materia de los organismos vivos y especies en evolución se recicla y recombina igual que el agua del río. Sólo el concepto de río permanece. Sólo la forma. Pero tampoco ésta es completamente inmutable, para gran dificultad de Platón, como se lee en “Textos de los grandes filósofos” (Verneaux 1982) :

“Pero como no es incluso una cosa estable que lo que fluye, fluya blanco; como al contrario, hay cambio a este respecto, de suerte que la misma blancura se escapa y se convierte en otro color por miedo a que se la sorprenda en un estado fijo, ¿es jamás posible llamar a un color por su nombre, de modo que no nos equivoquemos?”

Sabemos que los recuerdos y los arquetipos más consolidados van cambiando con la cultura que los evoca o relea. Pero para los efectos de este trabajo basta tener claro que la forma, si bien requiere de un soporte energético-material, no cambia necesariamente con la materia o energía de dicho soporte.

La forma soportada por un objeto energético-material no necesariamente coincide o está relacionada con la que lo caracteriza. Por ejemplo, la forma rectangular característica de una hoja de papel no guarda relación con un dibujo floral y menos con un conjunto de símbolos o letras escritos sobre ella; la forma característica del disco duro de una computadora en nada se relaciona con las eventuales formas almacenadas electrónicamente en él. En algunos objetos podemos decir que predomina el componente energético-material (una masa amorfa de madera o de metal, o un ruido intenso, por ejemplo) y en otros el componente formal (un dibujo, una descripción, un poema, un sonido musical). Cuando nos referimos a un soporte energético-material, como un disco duro o un libro, distinguimos entre su parte energético-material o "cuerpo" del objeto (hardware, bloque de páginas de papel, fuente de energía) y la forma que soporta (datos, software, texto).

A los objetos predominantemente materiales se les suele llamar materiales o materia, a secas (madera, metal, papel etc.), al igual que a los objetos predominantemente energéticos se les suele llamar energía (electricidad, energía mecánica etc.). Expresiones como “masa amorfa” o “masa informe”, al igual que “energía bruta” o “energía incontrolada” aluden respectivamente a una cantidad de materia o energía sin forma predeterminada o identificable. Pero en general no es necesario recurrir a expresiones como éstas para denominar a los objetos predominantemente materiales o energéticos. Por otra parte, a los objetos predominantemente formales no siempre se les llama formales o forma. Estos términos tienen acepciones que en muchos casos resultarán inapropiadas. Por ejemplo, decir que un sonido musical es un objeto formal parece más una crítica que una constatación. Adicionalmente podrían evocar los antiguos, clásicos y nunca resueltos problemas del concepto platónico de la forma, aludidos más arriba. Podríamos denominarlos objetos inmateriales pero esto comportaría una definición por negación sin su necesaria parte afirmativa, lo que no es recomendable. Ver por ejemplo “*Influencing through argument*” (Huber 1964), “La ley de la mente” (Peirce 1892). Realmente no contamos con un denominador o nombre común.

3.1.2. Forma, información y objetos informacionales

En este trabajo conviene por razones de expresión, contar con un denominador o nombre común para los objetos predominantemente formales. Lo elegimos intentando que resulte aceptable al lector. Proponemos el término 'informacional' o 'información', porque enlaza el término básico “forma” con toda una serie de conceptos que por su notorio componente formal llamaríamos formales y que comparten en buena medida el significado del término 'información'. Este término connota en el fondo el efecto de presentar la forma de algo. El verbo latino *informare* significa “dar forma”. Así, la presentación de la forma de la mesa de madera como un dibujo o descripción de ella es información sobre la mesa. 'Informe' es un modo de decir información. 'Formato' y también 'Formulario' aluden a formas genéricas o estructuras, para ser completadas con datos específicos o detalles. Son informes por completar. Son, si se quiere, formas de formas. El término 'fórmula' alude a una forma minimizada o compacta, generalmente para efectos de portabilidad. Una fórmula química es la presentación compacta de la forma de una sustancia. El código genético es la 'fórmula' del cuerpo y de parte de la conducta del organismo. La cultura, el conocimiento de origen no genético, en particular la ciencia, es en el fondo todo el conjunto de señales del entorno “puestas en una forma” tal por el sistema nervioso -especialmente por sus funciones superiores, como el pensamiento- que complementan a la fórmula genética en pautar la conducta o actividad del organismo, generalmente para beneficio propio directo o indirecto. Todos estos términos designan objetos claramente 'informacionales', no materiales ni energéticos. Sus significados se relacionan con la forma, con la información. Véase al respecto “*The Concept of Information*” (Capurro and Hjørland 2003)

Los objetos informacionales son a la información lo que los objetos materiales o energéticos a la materia o la energía, respectivamente. Así por ejemplo, una roca no es cualquier materia sino cierta clase de objeto material. Y de igual modo, el conocimiento no es cualquier información sino cierta clase de objeto informacional.

Desde luego, no postulamos objetos informacionales como formas puras. Si bien una forma no depende de un objeto material o energético -pudiendo plasmarse en diferentes porciones de materia o energía- en cualquier momento dado reside en un soporte material o energético, como

hemos venido viendo. Lo que sí hacemos es privilegiar dentro del concepto de objeto informacional a aquellos objetos más notoriamente informacionales. Cualquier roca ordinaria posee una forma pero no por ello es un buen ejemplo de un objeto informacional. Una roca con inscripciones o empleada como una señal, lo sería un poco más. Un dibujo, fotografía o informe descriptivo de la roca sube otro peldaño. Un informe sobre dicho informe sube otro más. Un análisis gramatical o una exégesis epistemológica sobre el informe del informe se empina sobre el anterior. Una crítica multidisciplinaria de la exégesis se remonta ya a una elevada cima informacional. Tampoco postulamos que el nivel informacional de un objeto se mida por el número de peldaños referenciales como los de la escalera del ejemplo. Quizá se pueda construir una escala semejante, pero para los efectos de este trabajo basta dejar clara la idea de que al usar la expresión ‘objeto informacional’ no hacemos más que destacar el aspecto informacional del objeto. Del mismo modo en que diríamos de un automóvil que es un objeto material en alusión a la cantidad de materia que lo compone; o que es energético destacando la cantidad de energía que emplea, diríamos que es un objeto informacional si quisiéramos subrayar su componente de intenso diseño. Aunque no mencionaríamos al automóvil como el objeto informacional por excelencia; ni siquiera como un ejemplo de consideración, dado que su peso o intensidad informacional no sobresale más que el material o el energético.

3.1.3. Forma, información y reproducción

Podemos entender por reproducción de un objeto material o energético la plasmación de su forma, desde la más superficial hasta la más íntima, sobre igual cantidad de materia o energía. Por ejemplo, la reproducción de una estatua de mármol es la talla de la forma de la estatua original sobre otro bloque de mármol. La reproducción de un sonido es la copia de la forma de la onda sonora sobre otra fuente de energía de similares características sonoras. La materia y la energía no se reproducen. Su cantidad en el universo se asume constante, al menos para todo efecto práctico, tal como lo postula el primer principio de la termodinámica. Véase por ejemplo “*Thermodynamics*” (Callen 1963)). Sólo la forma se reproduce y lo hace sobre materia o energía preexistente.

En ocasiones hablamos de reproducción aunque la nueva materia o energía no sea similar a la original en cantidad o en composición. Es lo que hacemos, por ejemplo, cuando decimos que la estatua de mármol fue reproducida fotográficamente. El soporte fotográfico, generalmente papel o pantalla luminosa, está lejos de ser similar al mármol. Lo que ocurre en estos casos es que la reproducción no lo es sino de una parte o aspecto de la forma, un aspecto frecuentemente superficial. La imagen superficial de la estatua de mármol es lo que se reproduce en su fotografía. Una reproducción en sentido estricto no lo sería sólo de la forma externa, digamos, sino que incluiría hasta las partes más íntimas del objeto, al menos hasta donde la física permita escudriñar. Hablamos pues de la composición molecular e incluso atómica, en el caso de la materia, y del tipo de radiación u onda en el caso de la energía. Y hablamos de similares cantidades en ambos casos. Sin embargo, en general no es necesario formar átomos, moléculas o sustancias comunes para producir un objeto, pues basta tomarlos del entorno ya formados. Así, no es necesario producir moléculas de mármol para reproducir la estatua pues este material se toma de las canteras.

Es posible en principio representar la forma de un objeto con todos sus detalles, incluso los más íntimos, en un soporte material no similar al original. Por ejemplo, se podría hacer una descripción o mapa, sobre papel o soporte electrónico, de cada detalle físico, químico y, si es el caso, biológico –tanto fisiológico como etiológico- y de cualquier otro tipo complementario. Esta representación no sería una reproducción del objeto sino un levantamiento de información detallada sobre él. Ahora bien, a partir de esta información se podría reproducir el objeto una vez se cuente con la materia o energía similares a las del original. En otras palabras, la forma de un objeto puede ser abstraída o convertida en información sobre un soporte energético-material muy diferente al original; puede posteriormente ser transmitida, comunicada o plasmada sobre otra porción de materia o energía similar a la del objeto original. Por ejemplo, se puede fotografiar, memorizar, dibujar, describir con palabras etcétera, la forma de la estatua y en otro momento o lugar se puede, a partir de la imagen fotográfica, del recuerdo, del dibujo, de la descripción verbal etcétera, plasmar la forma original sobre otra porción de similar de mármol.

De manera que una reproducción puede ser parcial o incompleta tanto en el caso de que sólo se copie una parte o aspecto de la forma como en el caso de que la forma se plasme como información sobre un soporte material o energético no similar al original.

3.1.4. Reproducción, variación y comportamiento

Dado un proceso de reproducción o bien, de producción de sucesivos objetos a partir de un objeto modelo, la forma final podría resultar variada respecto a la original a causa de un conjunto de factores, fortuitos o no. Que esta forma final siga siendo o no considerada una reproducción de la original depende del tamaño de la variación y de la precisión subjetivamente exigida. En general, si la variación de la forma reproducida con respecto a la original es muy grande, la reproducción deja de considerarse tal y se entiende como una transformación o deformación; si la variación es pequeña, la reproducción se entiende como una reproducción alterada, cambiada, mutada, imperfecta, poco fiel, mejorada etcétera. El límite entre transformación o deformación y la reproducción variada es desde luego subjetivo aunque para cada eventual efecto práctico se pueda convenir uno. En el contexto genético-evolutivo se denomina mutación a una variación en los cromosomas que genera una modificación del fenotipo. Véase por ejemplo “Genética Moderna” (Ayala and Kriger 1984), “*The genetic basis of evolutionary change*” (Lewontin 1974).

La forma de un objeto material o energético, desde la más superficial hasta la más íntima, suele determinar apreciablemente su comportamiento. Por ejemplo, una forma redondeada permite a una porción de plomo rodar con menor impulso recibido que una forma irregular y angulosa. La forma de una onda sonora permite que el sonido sea o no reconocible para un receptor dado. Esto nos permite hablar de los objetos 'informativos' como de objetos capaces de incidir determinantemente, al menos mediante un proceso de re-producción, o más simplemente, de producción, en el comportamiento de la materia. Ahora bien, una variación en la forma o información durante el proceso de reproducción generará variaciones en la forma y comportamiento de las sucesivas porciones de materia o energía sobre las que se reproduce. Por ejemplo, si al reproducirse la forma esférica de una porción de plomo en otra porción, la reproducción resulta ser menos o más esférica que la original, entonces las sucesivas porciones de plomo rodarán con mayor o menor dificultad, respectivamente.

3.1.5. Comportamiento autoreproductivo y evolución

La fórmula química, al igual que las formas más exteriores, inciden en el comportamiento de la materia y la energía. Del mismo modo en que la forma redondeada permite a una porción de plomo rodar con menor impulso recibido que una forma angulosa, cierta estructura química permite a una porción de materia corroer o producir óxido en otra. Nada impide, en principio, que cierta forma o fórmula determine comportamientos más complejos de una sustancia. Nada impide por ejemplo que al reaccionar químicamente con otras, el resultado sea una sustancia tan igual o parecida a una de las sustancias reactantes que, en lugar de producción, podamos hablar de reproducción o autoproducción. Así pues, la materia de forma redondeada rueda, la materia de fórmula corrosiva corroe, la materia de fórmula reproductiva se reproduce.

Si determinada porción de materia se reproduce entonces sus reproducciones, salvo por una mutación que elimine su capacidad reproductiva, se reproducirán también. Los eventuales defectos, alteraciones o mutaciones de reproducción pueden anular o disminuir la capacidad reproductiva, pero también podrían aumentarla. En caso de aumentarla, sus reproducciones –por definición- se reproducirán más que las demás, transformarán más materia y energía del entorno en sí mismas y –al menos si la materia y la energía del entorno son limitadas- disminuirán la materia disponible para otras porciones materiales menos reproductivas. La autoproducción de la forma sobre diferentes porciones de materia y energía, con variaciones competitivas entre las reproducciones, es una abstracción del proceso que, especialmente en biología y disciplinas relacionadas, llamamos selección natural o evolución. Véase entre otros “*A general 'selection theory' as implemented in biological evolution and in social belief-transmission-with-modification in science [A commentary on Hull]*” (Campbell 1982), “*How to model evolution*” (Maynard Smith 1987), “*Evolución*” (Schwoerbel 1986), “*The Nature of Selection*” (Sober 1984), “*A Critical Review of Philosophical Work on the Units of Selection Problem*” (Sober and Wilson 1994). Conocemos al menos una sustancia química, en particular un ácido, que bajo ciertas condiciones ambientales presentes en la Tierra a) se autoproduce corroyendo a otras sustancias y asimilando su materia y energía y b) sufre variaciones que afectan su capacidad de captar y asimilar materia y energía del entorno y por lo tanto, su potencial autoproducción. Es el ácido desoxirribonucleico o ADN. Sus mutaciones se deben al azar de factores del entorno tales como radiaciones. La consecuente evolución de este ácido es lo que conocemos como evolución bioquímica y biológica, la evolución de la vida. Véase al respecto, entre otros “*The Molecular Origins of Life: Assembling Pieces of the Puzzle*” (Brack 1998), “*Evolution: Bringing Molecules into the Fold*” (Conway Morris 2000), “*A production of amino acids under possible primitive Earth conditions*” (Miller 1953), “*The origin of life on the Earth*” (Oparin 1957), “*What is Life?*” (Schrödinger 1967).

Tras una larga acumulación de mutaciones, la macromolécula ADN se convirtió en el centro o núcleo de lo que conocemos como una célula biológica, siendo la fórmula química del ácido el código genético de la misma (véase “Biología Molecular de la Célula” (Alberts, Bray et al. 1986), “*The Beginnings of Cellular Life*” (Morowitz 1992)). La reproducción celular es el proceso por el que una célula –en particular las macromoléculas genéticas, o ADN- capta de su entorno una porción de elementos materiales similares a los que la constituyen y, empleando cierta energía también captada del entorno, reproduce su forma sobre la materia captada. El término técnico para esta reproducción es “replicación”; término cuyo uso se extiende a todo el contexto de la evolución biológica e incluso cultural. Puede consultarse al respecto el artículo “*Replication*” en la “*Stanford Encyclopedia of Philosophy*” (Hull 2004)). Ver también “*Self-replication: Even peptides do it*” (Kauffman 1996), “*The Return of the Replicator: What is Philosophically Significant in a General Account of Replication and Selection?*” (Nanay 2002), “*Replicator Dynamics*” (Schuster 1983).

Para convertir la materia de su entorno en más y más réplicas de sí misma, las células requerían de cantidades crecientes de energía. Algunas la tomaron del Sol mediante la fórmula de la fotosíntesis, almacenándola en compuestos de hidrógeno y carbono: los carbohidratos o azúcares. Véase por ejemplo “*Photosynthesis: molecular, physiological and environmental processes*” (Lawlor 1993) y “*Life and Light: Molecular basis of Life*” (Wald 1959). Son las células llamadas autotróficas. Otras se adaptaron evolutivamente para corroer diferentes sustancias del entorno, incluso células que hacen fotosíntesis, y tomar su azúcar. Son las células llamadas heterotróficas. Una nueva mutación de la fórmula genética determinó que algunas células quedaran unidas por su membrana formando un tejido o red celular. Véase por ejemplo “*First Signals: The Evolution of Multicellular Development*” (Bonner 2000) y “*Complex Organization in Multicellularity as a Necessity in Evolution*” (Furusawa and Kaneko 2000). Esta red pudo en ocasiones tomar la forma de bolsa, aumentando tal vez la probabilidad de cada célula de captar más materia y energía del entorno que la que podrían captar por separado. De manera que la bolsa pudo ser el rudimento del estómago y del resto del tubo digestivo. Véase por ejemplo “*Basic Histology*” (Juanqueira, Carneiro et al. 1992) y “*Evolution of digestive systems of insects*” (Terra 1990). A la entrada de éste algunas células se fueron especializando en detectar y permitir el ingreso de las partículas alimenticias y rechazar a las que no lo eran o podían resultar perjudiciales, tóxicas. Se trata de células con funciones sensoriales o neuronales y particularmente el origen de los sentidos localizados –no por casualidad- alrededor de la boca. Véanse entre otros “*The evolution of sensory systems*” (Bower 1974), “*Preface to special issue on Evolution of Sensory Systems*” (Fay and Popper 1997), “*Evolution of vertebrate sensory systems*” (Fay and Popper 1997), “*Generic physical mechanisms of morphogenesis and pattern formation as determinants in the evolution of multicellular organization*” (Newman 1992), “*Early Evolution: From the Appearance of the First Cell to the First Modern Organisms*” (Rizzotti 2000), “*Animal Physiology: Adaptation and Environment*” (Schmidt-Nielsen 1997), “*Genes, nerve cells, and the remembrance of things past*” (Kandel 1989), “*The origin of the neuron: The first neuron in the phylogenetic tree of life*” (Villegas, Castillo et al. 2000), “*The neuron*” (Stevens 1979), “*Vision*” (Marr 1982).

Los organismos formados por acumulación de células continuaron su evolución hacia nuevas adaptaciones orgánicas y también conductuales. Entre ellas la de interactuar con otros organismos en relaciones de depredación, de intercambio de información genética -sexo- y de simbiosis o colaboración. Véase entre otros “*The Evolution of Cooperation in Biological Systems*” (Axelrod and Hamilton 1984), “*Cooperation and Conflict in General Evolutionary Processes*” (Casti and Karlqvist 1995), “*Symbiosis in evolution*” (Douglas 1992), “*The Economy of Nature and the Evolution of Sex*” (Ghiselin 1974), “*Competition, cooperation, and conflict in economics and biology*” (Hirshleifer 1978), “*Symbiosis as a Source of Innovation in Evolution: Speciation and Morphogenesis*” (Margulis and Fester 1991), “*Of Predators, Prey, and Power Laws*” (Marquet 2002), “*The Evolution of Sex*” (Maynard Smith 1978), “*The origin and evolution of gamete dimorphism and the male-female phenomenon*” (Parker, Baker et al. 1972), “*Evolution of cooperation and conflict in experimental bacterial populations*” (Rainey and Rainey 2003). Una adaptación orgánica notable es un órgano, el cerebro, capaz de captar información del entorno, memorizarla u olvidarla según su uso reproductivo (véase por ejemplo “*Neural Darwinism: The theory of neuronal group selection*” (Edelman 1987), “*Autocatalytic Closure in a Cognitive System: A Tentative Scenario for the Origin of Culture*” (Gabora 1998), “*The natural selection model of knowledge generation: Campbell's dictum and its critics*” (Gamble 1983), “*Selection by consequences*” (Skinner 1981)), y complementar así a la fórmula genética con una generación acelerada de conductas de adaptación. Véase por ejemplo “*Brain, Mind and Behavior*” (Bloom and Lazerson 1985), “*The Brain*” (Hubel 1979), “*Genes, synapses, and long-term memory*” (Kandel 1997), “*Evolution and Modification of Behavior*” (Lorenz 1965), “*From Neuron to Brain: A Cellular and Molecular Approach to the Function of the Nervous System*” (Nicholls, Martin et al. 1992), “*The Nervous System*” (Partridge and Partridge 1993), “*About behaviorism*” (Skinner 1974), “*The neuron*” (Stevens 1979).

Una de estas conductas es la transferencia o enseñanza de la información cerebral al producto de la reproducción del organismo, es decir, al descendiente. Dicha conducta abarca desde el primitivo aprendizaje por imitación hasta los métodos más avanzados de transferencia de tecnología. Véase por ejemplo "*Chimpanzee and Human Cultures*" (Boesch and Tomasello 1998), "*Mammalian Social Learning*" (Box and Gibson 1999), "*Culture in whales and dolphins*" (Rendell and Whitehead 2001). De este modo comenzó a fluir entre organismos información cerebral, formándose lo que llamamos cultura (véase por ejemplo "*The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture*" (Barkow, Cosmides et al. 1992), "*Simple models of complex phenomena: The case of cultural evolution*" (Boyd and Richerson 1987), "*Origins of Modern Mind: Three stages in the evolution of culture and cognition*" (Donald 1991), "*Filosofía de la Cultura*" (Mosterín 1993), "*Primate Behaviour: Information, Social Knowledge, and the Evolution of Culture*" (Quiatt and Reynolds 1993), "*Genes, Mind and Culture The Coevolutionary Process*" (Lumsden and Wilson 1981), "*The Evolution of Culture*" (White 1959)) y con ella el "meme" como analogía cultural del gen. Véase "El gen egoísta" (Dawkins 1976), "*The naked meme*" (Hull 1982), "*Meme and variations: A Computer Model of Cultural Evolution*" (Gabora 1995).

A diferencia de la fórmula genética, la cultura no acumuló sus mutaciones o adaptaciones evolutivas en macromoléculas sino en las neuronas y mucho después sobre memorias auxiliares como libros, bibliotecas y medios digitales. Véase por ejemplo "*Understanding media: The extensions of man*" (McLuhan 1964), "*The Universal Brain: is Centralized Storage and Retrieval of all Knowledge Possible, Feasible, or Desirable?*" (Davis 1965), "*Culture Enhances the Evolvability of Cognition*" (Spector and Luke 1996). Estos soportes son más flexibles y veloces pero también más volátiles o en todo caso nunca tan probados o confiables como las macromoléculas ácidas, donde la evolución de la información genética ha sido grabada por millones de años.

Con la evolución de la cultura fue prosperando el intercambio entre organismos, especialmente humanos, de información cultural por más información cultural o por energía en variadas formas - alimentos recolectados, trabajo-. Véase por ejemplo "*Cooperation Among Animals: An Evolutionary Perspective*" (Dugatkin 1997), "*Strong Reciprocity, Human Cooperation, and the Enforcement of Social Norms*" (Fehr and al. 2002), "*The private and social value of information and the reward to inventive activity*" (Hirshleifer 1971), "*Chimpanzees and bonobos: cooperative relationships among males*" (Nishida and Hiraiwa-Hasegawa 1987), "*Stylistic behavior and information exchange*" (Wobst 1977), "*A veto game played by baboons: a challenge to the use of the Prisoner's Dilemma as a paradigm for reciprocity and cooperation*" (Noë 1990).

Simultáneamente fue evolucionado la conducta de construcción y empleo de instrumentos. Véase por ejemplo "*Animal tool behaviour: the use and manufacture of tools by animals*" (Beck 1980), "*The evolution of tool-using and tool-making behavior*" (Gryba 1977), "*An explicit formulation of the relation between tool-using and early human language emergence*" (Hewes 1973), "*The Hunting Apes*" (Stanford 1999).

Los instrumentos y los productos -agrícolas, artesanales, industriales- que ellos permiten producir, pronto se sumaron a la información y la energía como objeto de intercambios entre humanos, generando las conductas y actividades propias del intercambio (véase por ejemplo "*Reduction sequences and the exchange of obsidian in Neolithic Calabria*" (Ammerman and Andrefsky 1982), "*Exchange systems in prehistory*" (Ammerman and Andrefsky 1982), "*The production and exchange of stone tools*" (Torrence 1986)).

Sobrevino así el mercado, incluyendo los diversos intentos de controlarlo como forma de prevalecer de las conductas de depredación o dominación frente a las de intercambio. Quizá el monopolio es la manifestación más antigua de dominación en un entorno de intercambio. El monopolio sobre un recurso intercambiable no es una conducta exclusivamente humana. Véase por ejemplo "*Reproductive monopoly enforced by sterile police workers in a queenless ant*" (Cuvillier-Hot, Lenoir et al. 2004). Sobre monopolio y otras formas de dominación en entornos de intercambio y mercado véase, entre otros "*Social transformations: a general theory of historical development*" (Sanderson 1995), "*The Dynamic Theory of the Firm: Theorizing the Firm Dynamics based on Social Physics and Sociobiology*" (In-Ho Kim 2001), "*Economics from a biological viewpoint*" (Hirshleifer 1977), "*Of Predators, Prey, and Power Laws*" (Marquet 2002), "*Power and Market*" (Rothbard 1970), "*Evolutionary Concepts in Economics*" (Witt 1992), "*Labor and Monopoly Capital*", (Braverman 1974).

Sin embargo, son las conductas de mercado libre las que parecen tener mayor aceptación o viabilidad entre los humanos, a pesar de los recurrentes intentos de monopolio o dominación. Una larga historia de avances y retrocesos ha institucionalizado el mercado libre tanto económico (capitalismo) como político (democracia), en un delicado equilibrio entre el monopolio del capital y

el del Estado. Objetos informacionales como los contratos sociales, los Estados y la ciencia evolucionaron en esa historia. Véase por ejemplo *“The Emergence of Hayek’s Ideas on Cultural Evolution”* (Caldwell 2000), *“Science as a Process. An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science”* (Hull 1988), *“The Major Transitions in Evolution”* (Maynard Smith and Szathmáry 1995), *“Studying Organizational cultures Through Rites and Ceremonials”* (Trice and Beyer 1984).

Hoy observamos un avance mundial del sistema de alternancia bipartidista entre un mayor o menor liberalismo (centro-derecha y centro-izquierda), donde el poder del capital es contrapesado por el poder del Estado. Así, la economía marcharía en dos fases: una inclinada hacia el mercado y el capitalismo, en la que se estimularía la producción de riqueza, y otra inclinada hacia el Estado y el socialismo, donde se forzaría la redistribución de la riqueza. Sobre la teoría de la alternancia democrática influida por la economía, la obra seminal es *“An Economic Theory of Democracy”* (Downs 1957). Véase también, por ejemplo *“A Theory of Divided Government”* (Alesina and Rosenthal 1996), *“Political Alternation: a suggested interpretation”* (Gautier and Soubeyran 2004), *“Political cycles”* (Roemer 1995), *“Candidate motivation : A synthesis of alternative theories”* (Wittman 1977). El caso emblemático de la alternancia francesa entre izquierda y derecha puede verse en *“L’alternance au pouvoir”* (Quermonne 2003). Sobre el liberalismo véase entre muchos *“Individualism and Economic Order”* (Hayek 1948), *“The Political Forms of Modern Society: Bureaucracy, Democracy, Totalitarianism”* (Lefort 1994), *“Human Action: A Treatise on Economics”* (Mises 1949), *“The Open Society and Its Enemies”* (Popper 1945), *“Liberalism against Populism. A Confrontation between Democracy and the Theory of Social Choice”* (Riker 1982), *“Freedom, Inequality, Primitivism and the Division of Labor”* (Rothbard 1970), *“Alternatives to Bureaucracy: Democratic Participation in the Economy”* (Rothschild and Russell 1986), *“What Democracy is...and is not”* (Schmitter and Karl 1991), *“Bureaucracy and Democracy”* (Thompson 1983).

3.1.6. El objeto informacional como sujeto de la evolución

Más arriba vimos que la célula biológica, a diferencia de la estatua, no requiere de un escultor u agente independiente para reproducirse. Se reproduce por sí sola, se autoproduce.

Ahora bien, el concepto de “reproducción sin intervención de un agente independiente” depende en realidad de nuestra decisión, bastante subjetiva, de dejar al agente dentro o fuera de nuestra definición de la entidad o unidad reproductora. Por ejemplo, podríamos postular que el escultor no es independiente sino un órgano o instrumento reproductor de la estatua. O bien que la estatua, como producto del escultor, es una prolongación de él, de modo que la reproducción de la estatua es una reproducción parcial del escultor. También que tanto el escultor como sus obras componen una entidad que se autoproduce parcial o totalmente.

La definición de la unidad, del sujeto –e incluso del objeto- de una reproducción es una cuestión tan antigua como la idea misma del concepto de reproducción y variación de la forma.

Bajo “Origen y precedentes de las teorías evolucionistas“, en el diccionario Herder de Filosofía (Cortés Morató and Martínez Riu 1991) se lee

“Los fijistas, amparados por las creencias religiosas y por las concepciones heredadas de Platón y Aristóteles (para quienes las especies no pueden cambiar ya que responden a unos patrones inmutables -las Ideas para Platón y las formas substanciales para Aristóteles-), consideraban las especies como tipos prefijados con características constantes, claramente diferenciadas entre sí y separadas por barreras reproductivas insalvables. En esta pugna, los defensores de concepciones evolucionistas en biología tuvieron que salvar grandes obstáculos, ya que todavía carecían de las pruebas necesarias para sustentar sus teorías. // Aunque los más remotos precedentes del evolucionismo de los seres vivos se hallan ya en algunos filósofos presocráticos, tales como Anaximandro o Empédocles, que afirmaron claramente que unas especies provenían de otras, el evolucionismo moderno tiene sus primeros antecedentes en la pugna que enfrentaba a los defensores del preformismo y los defensores de la epigénesis. Así, en los siglos XVII y XVIII, el concepto de evolución se utilizó en sentido ontogenético para explicar cómo de un germen podía emerger un organismo completo. Pero, durante el siglo XVIII, Buffon (1707-1788) ya empezó a usar el concepto en sentido no solamente ontogenético, sino ya en sentido filogenético, referido a cambios en la estructura de los organismos a lo largo del tiempo. También Geoffroy Saint-Hilaire muestra una cierta orientación evolucionista. De hecho, es posible que las concepciones de Buffon influyeran sobre Kant quien, en la Crítica del juicio, § 80, habla de un «real parentesco de las formas vivientes», derivadas de una «madre común», y sostiene una especie de evolución continua de la naturaleza en su totalidad, desde la nebulosa primitiva hasta el ser humano. No obstante, fue el Conde de Lamarck quien, en su *La philosophie zoologique*, propuso una primera teoría general que él llamó «transformismo» y que es conocida como lamarckismo. La teoría de Lamarck influyó sobre Erasmus

Darwin, abuelo de Charles Darwin, quien, bajo la influencia de su abuelo y bajo la influencia del gran geólogo evolucionista Lyell, formuló la teoría evolucionista que, con las aportaciones de la moderna genética, se ha convertido en la concepción evolucionista generalmente aceptada (con excepciones) por la mayoría de los miembros de la comunidad científica, y que se explica en los artículos dedicados a Darwin, al darwinismo y al neodarwinismo (ver filosofía de la biología, vida, origen de la vida, hominización).¹

De uno de “los más remotos precedentes del evolucionismo” (como se le presenta en la cita anterior), es ilustrativa esta otra cita:

“Anaximandro de Mileto dijo que, en su opinión, nacieron del agua y la tierra cuando estaban calientes unos peces o seres semejantes a peces. Los hombres se formaron dentro de estos seres y los pequeños se quedaron entre ellos hasta el tiempo de la pubertad; luego, por fin, los seres se abrieron paso y emergieron hombres y mujeres capaces ya de hallar su propio sustento”. (Censorio (IV, 7, A 30) En: Textos de Diccionario Herder de filosofía (Cortés Morató and Martínez Riu 1991), extraído de (Guthrie 1984)).

Hoy, en la literatura técnica al respecto, se pueden leer pasajes como estos:

De “*Evolution of cooperation and conflict in experimental bacterial populations*” (Rainey and Rainey 2003):

*“A fundamental problem in biology is the evolutionary transition from single cells to multicellular life forms. During this transition the unit of selection shifts from individual cells to groups of cooperating cells. Although there is much theory, there are few empirical studies. Here we describe an evolutionary transition that occurs in experimental populations of *Pseudomonas fluorescens* propagated in a spatially heterogeneous environment. Cooperating groups are formed by over-production of an adhesive polymer, which causes the interests of individuals to align with those of the group. The costs and benefits of cooperation, plus evolutionary susceptibility to defecting genotypes, were analysed to determine conformation to theory. Cooperation was costly to individuals, but beneficial to the group. Defecting genotypes evolved in populations founded by the cooperating type and were fitter in the presence of this type than in its absence. In the short term, defectors sabotaged the viability of the group; but these findings nevertheless show that transitions to higher orders of complexity are readily achievable, provide insights into the selective conditions, and facilitate experimental analysis of the evolution of individuality.”*²

De “*Cooperation and conflict in the evolution of individuality IV. Conflict mediation and evolvability in *Volvox carterii**” (Michod, Nedelcu et al. 2003):

*“The continued well being of evolutionary individuals (units of selection and evolution) depends upon their evolvability, that is their capacity to generate and evolve adaptations at their level of organization, as well as their longer term capacity for diversifying into more complex evolutionary forms. During a transition from a lower- to higher-level individual, such as the transition between unicellular and multicellular organisms, the evolvability of the lower-level (cells) must be restricted, while the evolvability of the new higher-level unit (multicellular organism) must be enhanced. For these reasons, understanding the factors leading to an evolutionary transition should help us to understand the factors underlying the emergence of evolvability of a new evolutionary unit. (...)”*³

¹ Subrayado mío

² “Para la Biología es un problema fundamental la transición evolutiva desde células simples a formas de vida multicelulares. Durante esta transición la unidad de selección pasa de la célula individual a grupos de células que cooperan. Aunque abunda la teoría al respecto, escasean los estudios empíricos. Describimos aquí una transición evolutiva que ocurre en poblaciones experimentales de *Pseudomonas fluorescens*, propagada en un entorno espacialmente heterogéneo. Los grupos cooperativos se forman por sobreproducción de un polímero adhesivo, que alinea el interés de los individuos con los del grupo. Para constatar la teoría se analizaron los costos y beneficios de la cooperación, más la susceptibilidad evolutiva de genotipos desertores. La cooperación fue costosa para los individuos pero beneficiosa para el grupo. Los genotipos desertores evolucionaron en poblaciones fundadas por el de tipo cooperativo y se adaptaron mejor en presencia de este tipo que en su ausencia. En el corto plazo, los desertores sabotearon la viabilidad del grupo; pero estos hallazgos muestran no obstante que las transiciones a órdenes más elevados de complejidad pueden cumplirse y proveer una mayor comprensión de las condiciones de selectividad, y facilitar el análisis experimental de la evolución de la individualidad.” (Traducción y subrayado del autor)

³ La continuidad de los individuos evolutivos (unidades de selección y evolución) depende de su capacidad evolutiva, esto es, su capacidad de generar adaptaciones a su nivel de organización, así como de su posterior capacidad de diversificarse hacia formas evolutivas más complejas. Durante la transición desde un individuo de menor nivel a uno de mayor nivel, tal como la transición de un organismo unicelular a uno multicelular, la capacidad evolutiva del de menor nivel (células) debe restringirse, mientras que la capacidad evolutiva del de mayor nivel (organismo multicelular) debe ampliarse. Por estas razones, entender los factores que conducen a

Y estos títulos son de por sí elocuentes: "*The evolution of individuality*"⁴ (Buss 1987) y "*Individuality and Selection*"⁵ (Hull 1980). "*The biological foundation of self consciousness and the physical domain of existence*"⁶ (Maturana 1987)

En lo que respecta a las unidades culturales de selección o evolución, es muy conocida la discusión de hasta dónde el "meme" reemplaza al gen. "El gen egoísta", de R. Dawkins es probablemente la obra más referida al respecto (Dawkins 1976). Son muy pertinentes también "*The naked meme*" (Hull 1982) y "*Meme and variations: A Computer Model of Cultural Evolution*" (Gabora 1995). Pero incluso dejando al gen de lado las discusiones no cesan, como consta por ejemplo en estos títulos: "*Ideas are not replicators but minds are*" (Gabora 2004), "*Neural Darwinism: The theory of neuronal group selection*" (Edelman 1987) o "*The evolution of Technology*", donde se lee

"... *The artifact may also be said to survive and pass on its form to subsequent generations of made things...*" (Basalla 1988).

Pueden consultarse también "*Unit of Selection*" (Lloyd 1992) y "*Levels of Selection*" (Keller 1999)

Podríamos incluso postular como unidad evolutiva al dúo generador-selector, donde el componente generador genera mutaciones o cambios, el componente selector selecciona los que mejor se adaptan a su entorno y los dúos que en conjunto no generan o no seleccionan las mutaciones o cambios adecuados desaparecen o al menos se disuelven, por definición.

Para los efectos de este trabajo no parece útil ahondar en estas discusiones. Más precisamente, no tenemos la intención de "escoger" una unidad de selección concreta como única unidad general o válida, ni definir de antemano qué es lo "interno" de una unidad de evolución y qué es un agente "externo", ni si éste es o no un "vehículo", instrumento o ayuda de su evolución. Por cierto, el propio Dawkins hace capítulos y títulos aparte con esta rama de la cuestión, como por ejemplo en "*Replicators and Vehicles*" (Dawkins 1982). En este trabajo nos basta con una definición abstracta del sujeto de la evolución y aplicarla al caso que en un momento dado nos ocupe, como se hace por ejemplo en "*A general 'selection theory' as implemented in biological evolution and in social belief-transmission-with-modification in science [A commentary on Hull]*" (Campbell 1988).

Así pues, en términos abstractos, nos basta establecer, como lo avanzamos más arriba, que el sujeto de la evolución es un objeto cuya forma es susceptible de 1) reproducirse, con o sin ayuda "externa" - dependiendo de lo que subjetivamente consideremos "externo" en cada caso concreto-, sobre diferentes porciones de materia o energía que se encuentran en cantidades limitadas en su entorno y 2) sufrir variaciones respecto a sí mismo en su reproducción -variaciones fortuitas o no, dependiendo de lo que subjetivamente consideremos una fuente "externa" de variación en cada caso concreto- que pueden aumentar o disminuir la posibilidad de reproducirse de cada sucesiva reproducción, entrando éstas por lo tanto en competencia por los insumos reproductivos.

Como ya lo avanzamos también, establecemos, eso sí, que es la forma de un objeto lo que se reproduce, no su materia ni su energía. Aunque desde luego, al reproducirse la forma de un objeto sobre otra porción de materia o energía, podemos decir, como en efecto solemos hacerlo, que se reproduce el objeto, todo él. Lo mismo se aplica en caso de una autoproducción. Decimos que un objeto se (auto)reproduce, o, en términos biológicos, se replica. Y de igual modo, si hay una variación en la forma respecto a una forma original dada, podemos decir, y en general así lo hacemos, que ha habido una variación en el objeto. Más aún, solemos decir que éste ha experimentado una *transformación*, en clara alusión a su forma.

El caso de objeto informacional que nos ocupa principalmente en este trabajo es el del conocimiento. Veremos más adelante sus características, sus dimensiones de objeto informacional

una transición evolutiva debería ayudarnos a entender los factores subyacentes a la posibilidad de evolución de una nueva unidad evolutiva. (...) " (Traducción y subrayado del autor)

⁴ "La evolución de la individualidad" (Traducción del autor)

⁵ "Individualidad y selección" (Traducción del autor)

⁶ "Bases biológicas de la conciencia del yo y el dominio físico de la existencia" (Traducción del autor)

⁷ "... También se puede decir que los artefactos sobreviven y transmiten su forma a subsecuentes generaciones de artículos manufacturados" (Traducción del autor)

en relación con otros objetos informacionales. Y después profundizaremos en él. Por ahora nos limitamos a presentarlo como una forma que adopta la red de neuronas de un organismo, y más generalmente, la red neural que determina el comportamiento de un sistema, en respuesta a información de su entorno, actual o previamente memorizada; una forma tal que si permite al sistema u organismo adaptarse y en última instancia prevalecer, prevalecerá ella también y probablemente sea adoptada por otros sistemas u organismos, reproduciéndose; una forma sujeta a variaciones por nueva información proveniente del entorno o generada por la red neural, de modo tal que la variación prosperará en la medida en que 1) incremente la probabilidad de supervivencia del sistema u organismo respecto a las formas no variadas o con variaciones distintas y 2) sea imitada, aprendida o adoptada de cualquier modo por otros sistemas u organismos que igualmente se beneficien de ella.

Complementan este punto las siguientes citas.

De “*Notes on the synthesis of form*”: (Alexander 1964):

*“Even the most aimless changes will eventually lead to well-fitting forms, because of the tendency to equilibrium inherent in the organization of the process. All the agent need do is recognize failures when they occur, and to react to them. And this even the simplest man can do. For although only few men have sufficient integrative ability to invent form of any clarity, we are all able to criticize existing forms. It is especially important to understand that the agent in such a process needs no creative strength. He does not need to be able to improve the form, only to make some sort of change when he notices a failure. The changes may not always be for the better; but it is not necessary that they should be, since the operation of the process allows only the improvements to persist”*⁸

De “*The concept of information*”, en la sección “*The concept of information in the natural sciences*”: (Capurro and Hjørland 2003) :

*“Evolution is the increase of form.”*⁹

3.1.7. La selección binaria

Los grandes argumentos contra las teorías evolutivas se basan en el cálculo de que por la vía meramente combinatoria no habría tiempo suficiente para que la evolución genético / cultural produjese lo que ha producido. Ahora bien, estos argumentos asumen en el fondo que la evolución procede como una búsqueda secuencial. Si ese fuera el caso, estarían en lo correcto. Si el genoma humano fuera uno entre unos 10 millones de millones de posibles combinaciones genéticas y cada una tomara un millón de años en consolidarse, entonces, en el caso de una selección secuencial, la edad calculada del Universo habría sido, en efecto, lejanamente insuficiente. Cabría tal vez recurrir a explicaciones de tipo sobrenatural. Pero la evolución procede, como veremos seguidamente, por selecciones de tipo binario, cuyos tiempos aumentan muy poco con relación al número de posibles combinaciones.

3.1.7.1. Búsqueda secuencial y búsqueda binaria

Si se desea dar con la posición de un nombre en una lista de 60, sin orden conocido, y si verificar cada nombre toma un segundo, entonces la probabilidad de encontrarlo en un segundo es de una entre 60; la probabilidad de encontrarlo en 30 segundos es de 30 entre 60. Sólo contando con 60 segundos se tiene la seguridad de encontrar la posición. Si la lista estuviese ordenada alfabéticamente, el tiempo se podría reducir sustancialmente, así: se comienza por la mitad de la lista y se ve si el nombre buscado es alfabéticamente posterior o anterior, con lo que la lista se reduce a 30 nombres. Procediendo de modo similar con estos 30 nombres, la lista se reduce a 15, luego a 8 (7.5), luego a 4, a 2 y finalmente a uno. En total, 5 verificaciones, es decir 5 segundos, en

⁸ “Incluso los cambios más caprichosos conducirán eventualmente a formas bien adaptadas, debido a la tendencia al equilibrio inherente a los procesos de organización. Todo lo que un agente necesita hacer es reconocer las fallas cuando ocurren, y reaccionar a ellas. Y esto lo puede hacer hasta la persona más humilde. Ya que mientras solo muy pocos poseen la capacidad de inventar alguna forma más o menos bien definida, cualquiera la puede criticar. Resulta especialmente importante entender que en un proceso tal el agente no requiere fuerza creadora. No requiere ser capaz de mejorar una forma sino hacer algún cambio cuando note una falla en ella. Estos cambios no siempre serán mejoras pero tampoco es necesario que lo sean dado que el proceso opera de tal modo que sólo las mejoras persisten al final.” (Traducción del autor)

⁹ “La evolución es el incremento de la forma.” (Traducción del autor)

lugar de los 60 segundos requeridos en el caso de la lista no ordenada. A esta manera de buscar en una lista ordenada se le llama búsqueda binaria. Duplíquese, si se quiere, el tiempo de cada verificación binaria por el hecho de que además de verificar el nombre se debe efectuar la comparación alfabética. Tomaría entonces 10 segundos. Si se tratara de 60.000 nombres en lugar de 60, la búsqueda meramente secuencial no podría garantizar al 100% un resultado antes de 60.000 segundos. Pero en cambio, el tiempo de la búsqueda binaria no se multiplica por mil, porque su ahorro no es lineal sino exponencial. En efecto, llegaría al resultado deseado en unos 32 segundos, incluyendo la duplicación del tiempo de cada intento (es decir, el logaritmo binario de 60.000 multiplicado por 2). La diferencia, entre sesenta mil y treinta y dos, es sustancial.

3.1.7.2. Selección binaria

Pues bien, la evolución genética halla sus resultados o adaptaciones procediendo de un modo más parecido a la búsqueda binaria que a la búsqueda secuencial. Y no es que la “lista” de posibles combinaciones genéticas esté previamente ordenada, pero para los efectos es como si lo estuviera. Porque la evolución genética tiende a ramificarse y una vez que una rama se separa, pierde toda comunicación evolutiva con las demás. No hay saltos evolutivos entre ramas. Ni siquiera especies muy parecidas se cruzan entre sí en general. De manera que al decantarse una línea evolutiva por una de entre dos o más ramas, las demás ramas de combinaciones posibles quedan descartadas, tal como queda descartada cada sucesiva mitad en la búsqueda binaria. Otras líneas pueden avanzar en otras direcciones, pero como son líneas diferentes, ninguna necesita esperar por los resultados de las otras, porque avanzan simultáneamente, es decir, sin que sus tiempos se acumulen. Así, los tiburones no tuvieron que esperar a que ciertos mamíferos terrestres redescubrieran el mar y las ventajas de la aleta dorsal, para nadar como delfines. Ya habían desarrollado esa adaptación mucho antes. De manera pues que toda selección natural es de hecho una selección de tipo binario

3.1.7.3. Respuesta binaria al tiempo combinatorio

Con una selección binaria si el genoma humano fuera uno entre unos 10 millones de millones de posibles combinaciones, tomaría unos 40 millones de años en aparecer y no un tiempo mayor a los 4 mil millones de años en que se calcula la edad de la vida en la Tierra, que sería el caso para la selección secuencial. Desde luego, este cálculo es demasiado grueso y simplificado para ser tomado como referencia precisa, pero es suficiente para dejar claro que la explosión combinatoria no es impedimento para la evolución. Puede verse al respecto “*The Blind Watchmaker*” (Dawkins 1986), “*Probabilistic Logic and the synthesis of reliable organisms from unreliable components Automata Studies*” (Neuman 1956), “*A Calculation of the Probability of spontaneous Biogenesis by Information Theory*” (Yockey 1977).

En el caso de la evolución cultural la selección binaria se aplica de un modo menos obvio. Algunos autores han propuesto un equivalente cultural del gen, llamado “meme” (véase “El gen egoísta” (Dawkins 1976), “*The naked meme*” (Hull 1982), “*Meme and variations: A Computer Model of Cultural Evolution*” (Gabora 1995)). Para nuestros efectos el “gen cultural” puede ser entendido como cualquier idea u oración compartida por un grupo o sociedad. Por ejemplo, la afirmación “Las serpientes suelen ser venenosas”, los mandamientos de la tabla de Moisés, los artículos de las constituciones, las fórmulas de la ciencia. Pero las ramas culturales no lucen a primera vista tan reacias como las genéticas a las combinaciones con otras ramas. Así, no nos extraña que la oración “Las serpientes no suelen ser venenosas” conviva en una cultura con la afirmación contraria. Las barreras entre ramas culturales son mucho menos resistentes a la mutación que las macromoléculas genéticas. Son sobre todo fronteras geográficas o territoriales; idiomáticas o idiosincrásicas. Las historias de la cultura dan repetida cuenta de cómo estas murallas caen y cómo, incluso al levantarse de nuevo, lo hacen ya mestizas. Lo que debilita en gran medida a la selección cultural binaria, si es que no la descarta por completo.

Esto nos dejaría sin una respuesta binaria a los tiempos combinatorios culturales, haciéndolos absolutamente inmanejables. Démonos una idea. Midamos la probabilidad de una oración por selección secuencial. La probabilidad de que un dado muestre una determinada cara al caer es una de seis, $1/6$. La probabilidad de que en dos lances sucesivos muestre dos caras predeterminadas, es $1/6 \times 1/6$, es decir, $1/36$. La probabilidad de que tres lances den un número predeterminado de tres dígitos es $1 / (6 \times 6 \times 6)$, es decir, $1/6^3$, una de 216. Supongamos que el dado en lugar de 6 caras tuviese tantas como letras de un alfabeto, digamos 30. La probabilidad de que el dado escriba una palabra predeterminada de 5 letras en 5 lances es de una entre más de 24 millones. Si cada lance toma un tiempo de un segundo y se efectuara uno a continuación del otro, deberíamos esperar unos 10 meses. La probabilidad de una palabra de 10 letras será de una entre casi 600 millones de

millones y habrá que esperar unos 19 millones de años. La probabilidad de que escriba una pequeña afirmación de digamos, 40 letras, tomaría un tiempo mayor que la edad estimada del Universo. Véase por ejemplo “*The Blind Watchmaker*” (Dawkins 1986).

Es casi un lugar común la afirmación de que la evolución cultural va más rápido que la genética porque mientras el ensayo y error genético requiere por lo menos de un espécimen mutado y que éste logre o no pasar su mutación a la siguiente generación, el ensayo y error cultural consiste en fugaces ideas u ocurrencias cerebrales y su pronto olvido, siendo su duración la de una operación neurocerebral relativamente simple, unos cuantos impulsos nerviosos. (Véase por ejemplo “*The Dragon of Eden*” (Sagan 1977)). La combinación “eso es una serpiente” donde “eso” se refiere a ciertas ramas de árbol, se descarta culturalmente tan pronto se aguza un poco la mirada. No espera la cultura a que un espécimen nazca con esa información errónea como mutación en su código genético y a causa de ella se haga menos competitivo y no logre pasar la mutación a la siguiente generación.

Pero esto no es del todo cierto si prescindimos por completo de la selección cultural binaria. El sistema neurocerebral que permite que las ideas surjan y se descarten más rápidamente que los genes, también permite que surjan muchas más combinaciones culturales que combinaciones genéticas en un tiempo dado, lo que anularía la ventaja de la velocidad neurocerebral sobre la genética. A menos que a las combinaciones culturales se aplicara la selección binaria, lo que atacaría tempranamente el efecto exponencial de ese mayor número de combinaciones. Así, la gran mayoría de las combinaciones culturales serían descartadas en su fase de “idea loca”, antes siquiera de llegar a convertirse en palabras.

Pues bien, veremos que la selección binaria sí se aplica a las combinaciones culturales aunque de un modo menos obvio que en el caso genético. La tendencia conservadora que suele caracterizar a las diversas escuelas del pensamiento, ya sean religiosas, filosóficas o científicas, han logrado reducir la probabilidad de que una rama descartada en un momento reaparezca más tarde con toda su frondosidad. Tampoco se inventa todos los días un lenguaje compartido por un grupo significativo de individuos. Las gramáticas dan muestras de ser muy estables y son capaces de descartar de raíz, por no cumplir con sus reglas, a la inmensa mayoría de posibles combinaciones de símbolos. Hay al menos tres tipos de criterios gramaticales de selección, capaces de descartar simultánea y rápidamente, con elevada probabilidad de acierto, cuantiosas ramas combinatorias. Son los criterios de tipo sintáctico, semántico y pragmático. Partiendo de la primera letra de la oración “Las serpientes son venenosas”, la sintaxis castellana, por ejemplo, descarta con alta probabilidad de acierto cualquier continuación de dos consonantes. Establecido el artículo “Las” y la separación de palabras, quedarían igualmente descartadas ciertas clases de palabras no compatibles con artículos. El criterio semántico ayudaría a descartar cualquier ramificación que comenzara con “Las serpientes cuadrúpedas” o “Las serpientes son colores”. El criterio pragmático descartaría, una vez efectuado el respectivo aprendizaje, que “Las serpientes nunca son venenosas”.

Es así como la selección binaria, aunque debilitada por la mayor flexibilidad de la cultura en relación a los genes, reduce los tiempos impensables de la selección secuencial a tiempos compatibles con la evolución cultural.

3.2. LAS DIMENSIONES INFORMACIONALES

Existe una clasificación bastante extendida de los aspectos de la información en contextos de filosofía, semiótica y teoría de la información entre otros. Se trata de la clasificación que diferencia los aspectos sintáctico, semántico y pragmático de la información (véase por ejemplo “*Cyber-Semiotics: On autopoiesis, code-duality and sign games in bio-semiotics*” (Brier 1995), “*An outline of a theory of semantic information*” (Carnap and Bar-Hillel 1952), “*The Internet and the Digital Divide*”, “*Writings on the general theory of signs*” (Morris 1971), “*Variedades de Información*” (Mosterin 1991), “*The Meaning of Information*” (Nauta 1972), “*Information Theory*” (van der Lubbe 1997)).

Las dimensiones de la información resultarán útiles para aclarar las frecuentes confusiones en torno a los conceptos de información y los objetos informacionales en general. Un caso emblemático es el la discusión abierta en Gerencia del Conocimiento sobre si el Conocimiento es o no Información, si hay alguna diferencia entre ambos y cuáles son. Se ha postulado que la información es un objeto “pasivo”, que está en lugares como un libro o en la memoria a la espera de ser utilizada o no, mientras que el Conocimiento, además de poder estar de modo igualmente “pasivo” en un libro o en la memoria, es capaz de “actuar” desde el cerebro, dirigiendo por ejemplo

el movimiento de los músculos o produciendo más conocimiento. Véase por ejemplo "*Knowledge Management Systems: An Architecture for Active and Passive Knowledge*" (Galup, Dattero et al. 2002) y "*A Powerful and Easy-to-use Internet Enabled Expert System which Knows the Limit of its Knowledge*" (Guignard 1999)). También se asevera que la información es "conocimiento explícito" pero no "conocimiento tácito". Véase por ejemplo "*The tacit Dimension*" (Polanyi 1966).

Claramente, estos intentos de la Gerencia del Conocimiento por distinguir entre Información y Conocimiento recurren a marcos conceptuales ad-hoc y no a referencias estables aunque provengan de otras disciplinas. Veremos en diferentes secciones del presente trabajo cómo las dimensiones de los objetos informacionales constituyen un marco más formal y preciso. Por ejemplo, se entenderá cómo la capacidad de "actuar" es propia de la dimensión pragmática de la información, en contraste con la "pasividad" de otros tipos de información, de dimensión más predominantemente sintáctica o semántica. Igualmente veremos cómo el "conocimiento tácito", que se manifiesta por "lo que hace" y no por "lo que dice", es información de dimensión predominantemente pragmática mientras que el "conocimiento explícito" es más propio de la dimensión semántica. Se verá mejor cómo el conocimiento, por su elevado registro en la dimensión pragmática, es el equivalente en los organismos al software en las máquinas, en contraste con la data o "información pasiva" almacenada en las memorias de éstas, cuya dimensión es más bien semántica o sintáctica.

3.2.1. Las dimensiones de la información

De modo similar al que hablamos de dimensiones de los objetos materiales (medidas espaciales, masa etcétera), podemos hablar de dimensiones de los objetos informacionales, recurriendo para ello a la clasificación de la información en sintáctica, semántica y pragmática. Y así como podríamos hablar de una dimensión informacional de objetos materiales (como su forma, su contenido de información etcétera), añadiremos la dimensión material a los objetos informacionales (su soporte material, principalmente). Una vez explicadas estas dimensiones, veremos cómo se aplican a los objetos informacionales más comunes.

3.2.1.1. Dimensión sintáctica de la información

La dimensión sintáctica de la información, o "información sintáctica" es la información como forma. Es la estructura y demás características que un receptor percibe de la señal recibida. Desde características primarias como la duración o el tono de una señal acústica, pasando por su largo en número de símbolos unitarios hasta su estructura gramatical es información sintáctica. Por ejemplo, la medida de la expresión "María conduce el automóvil" en términos de su número de letras o su estructura "Sujeto-Verbo-Predicado". También es un ejemplo de información sintáctica un cheque sin llenar ni firmar, en tanto forma o modelo, en este caso de una orden de pago.

3.2.1.2. Dimensión semántica de la información

La dimensión semántica o "información semántica" es la información como significado o relación de señales. Es el conjunto de relaciones que se establecen (por semejanza, contraposición, asociación u otro mecanismo) a un grupo de señales previamente almacenadas en la memoria del receptor, de modo tal que en el futuro, al receptor le baste recibir nuevamente una señal igual o parecida para representar (es decir, presentar de nuevo, reconstruir, recordar, evocar o traer desde la memoria de almacén a su "memoria presente" o "memoria actual" o "memoria operativa") todo el grupo de señales o "significado" asociado a esa señal. Por ejemplo, el sonido "María" se convierte en información semántica una vez que es añadido a un grupo de señales previamente almacenadas en la memoria del receptor, tales como imágenes de determinada mujer, su voz, su aroma, su comportamiento etcétera, de modo que al ser dicho sonido escuchado de nuevo por el receptor, éste evoca, como significado, todas sus percepciones previas o recuerdos de esa mujer. Si la señal no es sólo "María" sino "María conduce el automóvil" y el receptor tiene también recuerdos relacionados con las señales "conduce" y "automóvil", entonces podrá hacer una representación de María conduciendo el automóvil. Más aún, a partir de esa representación puede formar un nuevo recuerdo donde están relacionados los tres grupos de recuerdos previos. También es un ejemplo de información semántica un cheque lleno pero no presentado al banco, en tanto significa que a partir de la fecha especificada, el emisor ordena al banco a pagar al beneficiario una suma de dinero.

3.2.1.3. Dimensión pragmática de la información

La dimensión pragmática o “información pragmática” es la información como causa de un efecto en el receptor, es decir, la señal como activador o estímulo de una acción, proceso o comportamiento. Por ejemplo, la oración imperativa “María: conduce el automóvil”, como activador en el receptor María de la acción de conducir el automóvil. También es un ejemplo de información pragmática un cheque presentado al banco, en tanto es una señal que activa en el receptor una acción, en este caso, la de entregarle al beneficiario una suma de dinero. En general, cualquier forma de dinero de valor nominal puede considerarse información pragmática, en tanto señal que al ser recibida, en ocasiones complementada con otras señales, activa en el receptor la acción de efectuar un servicio o entregar un bien.

3.2.1.4. Dimensión energético-material de la información

La dimensión energético-material o soporte energético-material de la información, es la materia o energía que exhibe o porta la forma o señal. Es, por ejemplo, la tinta y el papel para las letras impresas, o el disco duro para la información grabada sobre ese dispositivo. Es el papel y la tinta de los billetes de banco, el plástico de las tarjetas de crédito o la señal electrónica de la transferencia de fondos. Llevado al extremo, es cualquier objeto energético o material, ya que todos exhiben alguna forma. Así, la mesa de madera es el soporte de la forma de la mesa, aunque ésta también podría plasmarse como un pequeño dibujo o símbolo de tinta sobre papel.

Queda claro que la dimensión energético-material (soporte o portador energético-material) está presente en cualquier información. Lo está también la dimensión sintáctica (la forma), ya que la total deformidad o indeterminación de la forma de un objeto es un extremo ideal. Lo mismo podríamos decir, en rigor, de las dimensiones semántica y pragmática, pero en muchos casos su insignificancia es tal que para todo efecto práctico no están presentes. Por ejemplo, la forma de una nube, soportada en las moléculas de agua evaporada, sigue siendo una forma por muy vaga o pasajera que sea. Al pasar completamente desapercibida o ser del todo olvidada por todo posible receptor, no tendrá dimensión semántica. Y si, como tal forma, no se le puede atribuir ningún efecto energético-material especial, tampoco tendrá una dimensión pragmática. Tomemos otro ejemplo: la oración imperativa “Regrese usted al futuro”. Está en el soporte energético-material en que es vista por el lector; tiene una sintaxis por lo demás reconocida; podría o no generar una relación semántica dependiendo de la hipótesis física de referencia; pragmáticamente, quizá generaría reacciones como risa o perplejidad.

3.2.2. Las dimensiones de la información y las fases del ciclo de la evolución

En secciones precedentes mostramos que la evolución consiste básicamente en la reproducción, con mutaciones o “errores de copiado”, de información autoreproductiva y la consecuente selección o predominancia de las mutantes que resultan más autoreproductivas sobre las otras, que tienden a desaparecer.

Las mutaciones son nuevas formas genotípicas, generadas por el azar de diversos factores e inicialmente sin expresión fenotípica, esto es, sin significado en términos del desarrollo de un organismo ni relaciones con formas genotípicas preexistentes. Es por ello la fase más formal, sintáctica, de la evolución. La reproducción es principalmente pragmática, puesto que consiste en plasmar en otra porción de materia la nueva forma o mutación; y finalmente la selección es una fase principalmente semántica, al consistir en la relación de predominancia o sexual entre la nueva forma y las formas preexistentes.

Esto sugiere que las dimensiones de la información son una abstracción de las fases del ciclo evolutivo. Lo que no es casualidad porque las dimensiones informacionales conforman el espacio en que se desenvuelve la evolución: constantemente observamos la proliferación de formas erráticas y cómo algunas se plasman o imponen más que otras sobre la materia y cómo la mayoría se desvanecen. A las formas erráticas sólo las podemos apreciar por tales formas, es decir, en su dimensión sintáctica; a las que se imponen sobre la materia no podemos sino concederles además una dimensión pragmática y a aquellas que relacionamos con otras, así sea por comparación, les estamos concediendo por ello mismo una dimensión semántica.

Ahora bien, mientras por lo general las dimensiones de la información son presentadas, como lo hicimos en este trabajo, en el orden de Sintáctica, Semántica y Pragmática, las fases de la evolución ocurren en la secuencia de Sintáctica, Pragmática y Semántica. Esto tampoco es casual, ni es trivial y lo aprovecharemos para mostrar el contraste entre dos estructuras que resultan pertinentes a este trabajo: la de la ilusión idealista (que definiremos seguidamente) y la del ciclo evolutivo. Lo que no es sino, dicho sea de paso, una expresión más de la antigua dualidad o

dualismo entre forma y materia, sujeto y objeto, mente y cuerpo, idea y realidad, teoría y práctica, etcétera, o bien otras combinaciones de estos y otros términos que aluden, unos, a cosas materiales y sus acciones tangibles, duras –el “hardware”- y otros a entes sutiles que de algún modo interactúan, influyen o se manifiestan a través de los primeros –el “software”-. Véase por ejemplo las entradas dualidad y dualismo, así como sus referencias o enlaces, en el Diccionario de filosofía Herder (Cortés Morató and Martínez Riu 1991)

3.2.2.1. Minimización pragmática e ilusión idealista

La fugacidad, la velocidad, la automaticidad o la inconsciencia de ciertos “eventos de la mente”, respecto a la parsimonia o patetismo de los “eventos del mundo material” nos hace en muchos casos imperceptibles los amagos de materialización de las formas o ideas erráticas, instante este en el que la mayoría son abortadas.

Al sernos imperceptibles los intentos de materialización nos queda la ilusión de que seleccionamos las formas o ideas “mentalmente”. Ilusión que se refuerza luego con los casos donde sucesivas ocurrencias de formas o ideas suficientemente similares son en efecto abortadas mentalmente, es decir, sin necesidad de nuevos intentos de puesta en práctica. Así, la idea errática de dar un paso sobre suelo no seguro no puede ser abortada tan rápidamente en el primer tanteo, que en lo sucesivo ni siquiera recordamos conscientemente que al menos la primera vez hubo un intento de materialización.

Es pues la ilusión de que las formas, las ideas se confrontan entre sí en su propio mundo mental, ideal, sin necesidad de descender a la confrontación material o pragmática, hasta que la mejor forma o idea es seleccionada mentalmente y sólo entonces ésta es materializada o puesta en práctica. Ilusión que se origina en la posibilidad que nos concede el pensamiento de minimizar el contraste con la realidad requerido para obtener el resultado, esto es, la posibilidad de ganancia semántica con mínimo esfuerzo pragmático.

3.2.2.2. El orden idealista y el orden evolutivo

Diremos que el orden de Sintáctica, Semántica y Pragmática es idealista o formalista ya que en él primero se selecciona una idea o forma y ésta determina la práctica. El orden de Sintáctica, Pragmática y Semántica refleja en cambio el ciclo evolutivo, donde todas las formas intentan ponerse en práctica y la que lo logra, por ello mismo, es la seleccionada. En efecto, dada una mutación, nada la preselecciona; sólo si se reproduce en otras porciones de materia, y en esa misma medida, resulta seleccionada. La evolución no dice que el mejor ganará, sino que el que ganó, por ello, es el mejor. Es pues un orden más realista o pragmático.

Ambos órdenes parten de una forma “pura” o vacía de significado –fase sintáctica-, pero mientras en el primer orden proseguimos con la asignación de significado en términos de otras formas –fase semántica- y culminamos con el significado material o práctico –fase pragmática-, en el segundo orden continuamos con el significado material o práctico –fase pragmática- y culminamos con el significado en términos de otras formas –fase semántica- .

Según la actitud formalista, dadas ciertas formas (sintaxis) la mejor resulta de su comparación con otras formas (semántica), y al serlo, es la que se pone en práctica (praxis). Según la actitud pragmática, dadas ciertas formas (sintaxis) las que se logran poner en práctica (praxis), por hacerlo, son las mejores en comparación con las que no lo lograron (semántica). Según la actitud formalista, de los distintos colores (sintaxis) el mejor para camuflarse en el polo es el más parecido al de la nieve (semántica) y por ello fue adoptado por el oso polar (praxis). Según la actitud realista o pragmática, de los distintos colores (sintaxis) el del oso que sobrevivió en el polo (praxis) fue, por ello, el mejor para él (semántica).

3.2.2.3. Herencia semántica y perversiones idealistas: el idealismo ciego y la explosión combinatoria

La actitud idealista no es totalmente ilusoria. Resulta “práctico” o “realista” ahorrarnos en lo posible la dura y costosa experimentación en carne propia, tomando ventaja de la minimización pragmática, esto es, de la posibilidad que nos concede el pensamiento de reducir a un mínimo la experimentación, la prueba material de las formas, e incluso prescindir de ello en los casos de formas suficientemente similares a otras previamente abortadas en su prueba práctica. Dicho de otro modo, es conveniente que las formas o ideas hereden tanto como sea posible la semántica de

sus similares, de sus modelos o patrones; que hereden los resultados de las pruebas pragmáticas de otras ideas y se ahorren su propia prueba pragmática.

La herencia semántica facilita las inferencias y con ello otorga fluidez y vuelo a la imaginación, permite proyectar ideas, formular hipótesis, planificar, en fin, pensar antes de actuar.

Pero si llegamos a olvidar que en el fondo de la herencia semántica hay una ilusión y nos confiamos demasiado en ella; si olvidamos por completo la conveniencia de ratificarla o reforzarla con la realidad al menos lo mínimo necesario para no perder por completo el contacto con ella, entonces estamos cayendo en el idealismo ciego, en el convencimiento ingenuo de que los hechos se amoldarán o deberán amoldarse a una idea que alguien considera perfecta, sin que ésta deba aprender ni tomar nada de su confrontación con aquellos. Es el voluntarismo, tan peligroso como necio. Es el creacionismo ramplón. Es la perversión de las ideologías, la superstición, el fanatismo, el delirio y su fantasmagoría.

En contraste, la duda metódica hace exitoso al método científico; la prudente humildad frente a los hechos —el mercado, por ejemplo— es quizá lo que hace próspero al liberalismo. Pensadores como Carl Popper y Friedrich Hayek han sido insistentes en esto. Véase por ejemplo *“Popper, Hayek, and Classical Liberalism”* (Shearmur 1989). Un buen comentario sobre las interacciones de la información, en particular del conocimiento, con el mercado, puede encontrarse en *“Science, Invention and Economic Growth”* (Rosenberg 1974)

La controversia entre idealismo y pragmatismo es antigua. Platón y Aristóteles son sus exponentes clásicos. El calificativo “platónico”, aplicado por ejemplo al amor -a veces de manera desdeñosa o burlona y otras como halago- se refiere a un amor idealizado, que nunca “desciende” al acto, a la práctica amoratoria. En el centro de su fresco “La Escuela de Atenas”, Raphael retrata a Platón apuntando con su dedo al cielo y a Aristóteles señalando la tierra.

Pero el idealismo ciego no es la única perversión de la herencia semántica o de la minimización pragmática. Al no haber anclas pragmáticas, físicas, el “vuelo de la imaginación” puede terminar no ya en un “idealismo ciego” que al menos trata de imponerse a la materia, sino en una explosión desenfadada de combinaciones sintáctico-semánticas, cada una tan “posible” como la otra mientras no se tropiecen con la materia y la energía. De ese modo el vuelo se pierde sin retorno en la maraña de combinaciones de posibilidades y más posibilidades, un mundo de castillos de naipes sin siquiera naipes en fin, un mundo patológicamente imaginario, profundamente autista y por lo tanto sin viabilidad práctica. En efecto, incluso partiendo de un número modesto de elementos combinables, nada impide una explosión combinatoria cuando son “posibles” todas sus combinaciones. Por ejemplo, la combinaciones de diez lances de un mismo dado o un lance de diez dados son del orden de decenas de millones; para veinte de ellos, son de cientos de millones de millones y para treinta se alcanza una cifra innombrable de 24 dígitos. La única manera de impedir una explosión combinatoria que agote más temprano que tarde las capacidades de cualquier cerebro natural o artificial, es cortar la mayoría de las ramas combinatorias desde el tronco. Normalmente, de esto se encargan las restricciones materiales, pragmáticas. Al no contarse con ellas se podría recurrir a restricciones lógicas pero sabemos que éstas dependen de sus premisas y éstas son en el fondo arbitrarias, “subjetivas”, lo que nos conduce de vuelta al idealismo ciego.

De modo que , nuevamente, la minimización pragmática es conveniente pero hasta un límite. En este caso el límite está donde el juego de las ideas corre el riesgo de la explosión combinatoria.

3.2.3. Dimensiones y medidas de la información

Nos apoyaremos en las dimensiones de la información para aclarar las frecuentes confusiones originadas en la falta de delimitación precisa del objeto de las medidas de la información. Lo que contribuirá a evitar que estas confusiones se trasladen a eventuales medidas del conocimiento.

3.2.3.1. El bit y las dimensiones informacionales

De modo similar al que medimos o cuantificamos los objetos materiales en sus diferentes dimensiones (peso, volumen etcétera), podríamos pensar en medir o cuantificar la información según ciertas dimensiones de ella, como las antes presentadas. En realidad han sido los intentos de medir la información los que han promovido diferenciarla en aspectos tales como el sintáctico y el semántico / pragmático, entre otros, porque como se verá, la medida de un mensaje según su

dimensión sintáctica no necesariamente coincide con su medida según su dimensión semántica / pragmática o material.

En cualquier caso, la información se mide en unidades binarias o bits. Un bit, como se sabe, discrimina entre dos posibilidades, como 0 y 1, encendido y apagado etcétera. Dos bits discriminan entre cuatro posibilidades, como 00, 01, 10 y 11. Y en general, un número de bits igual al logaritmo binario de un número N de posibilidades, o $\log_2(N)$, discrimina entre N posibilidades. Así, $\log_2(4)$ es 2, correspondiente a los dos bits que permiten discriminar una entre cuatro posibilidades.

Supongamos que una persona al responder el teléfono escucha una voz que dice "Descartados el primero y el tercero". Esta información puede ser medida en sus diferentes dimensiones:

Dimensión material: mide el número de bits que la línea telefónica debe ser capaz de transmitir en el 'tiempo real' de aproximadamente dos segundos (o sea, el tiempo que le tomaría al emisor decir el mensaje), para que el mensaje sea recibido con la resolución o calidad de voz preestablecida.

Dimensión sintáctica: mide el número de bits requerido para comunicar el mensaje en una resolución (o calidad de voz, en este caso) predeterminada.

Dimensión semántica: mide en bits el número de posibilidades que el mensaje señala entre las N posibilidades previamente establecidas ya sea de manera expresa o tácita. Esta medida es independiente de la forma del mensaje. Así, el mensaje "Descartados el primero y el tercero" mediría semánticamente lo mismo que el mensaje "uno y tres" o cualquier otra forma que indicase igual número de posibilidades de un conjunto preestablecido.

Dimensión pragmática: mide en bits el grado de impulso o estímulo, dentro de una escala de activación coyuntural, que el mensaje confiere al receptor para realizar una acción. La medida no depende de un conjunto de significados preestablecidos pues éstos pueden cambiar con la realidad del entorno en el momento de la recepción del mensaje.

Veámoslo con mayor detalle.

La voz, como cualquier otro sonido y en general cualquier señal, puede dividirse en determinado número de niveles de señal por unidad de tiempo. Si se dividiera, por ejemplo, solamente en un determinado pitido y silencio por centésima de segundo, a los que representaremos como 'p' y '.', respectivamente, la sílaba "Des" (de "Descartados") probablemente se convertiría en '.p'; la sílaba "car" en 'p.'; la sílaba "ta" en 'p' y la sílaba "dos" en '.p'. Así, la voz original llegaría al receptor como la secuencia '.pp.p.p'. Secuencia que quizá no se diferenciaría de la que produciría, en ese mismo canal, una palabra como "Descarnados" o "Descarados" y, dependiendo de la pronunciación, "Rescatados", por no decir "Ensilados" o "Ensaladas"... en fin. Es como si una imagen "a todo color" (o sea, de un número grande de subdivisiones o píxeles por centímetro cuadrado y un número grande de colores e intensidades posibles para cada píxel, como 256) se redujese a unas pocas cuadrículas unicolores (digamos de un centímetro cada una, blanca o negra). Se dice en estos casos que el "ancho de banda" es insuficiente.

Una línea telefónica para voz, como cualquier otro medio de comunicación, requiere de un ancho de banda mínimo que viene dado por el número mínimo de niveles de señal por unidad de tiempo que el receptor requiere discriminar. Los dos niveles (pitido y silencio) por centésima de segundo del ejemplo anterior, requiere de sólo un bit por centésima de segundo. Un bit por centésima de segundo equivale a 100 bits por segundo, o sea, 100 "baudios", que es la unidad usual. Una línea telefónica de voz, aún las de peor calidad, suele ofrecer como ancho de banda varios miles de baudios, esto es, varias decenas de bits por centésima de segundo. Si requiriésemos distinguir cuatro niveles de señal en una centésima de segundo (silencio y tres pitidos distintos, por ejemplo) requeriríamos de dos bits por centésima de segundo (00 para el silencio, 01 para el primer pitido, 10 para el segundo y 11 para el tercero, digamos). Para ocho niveles de señal por centésima de segundo requeriríamos tres bits (000, 001, 010, 100, 011, 101, 110 y 111). Y en general, para N niveles de señal o posibilidades distintas, requerimos del logaritmo binario de N, expresado como $\log_2(N)$. Es así como en una línea de voz de varios miles de baudios o bits por segundo, podemos escuchar, en tan solo una centésima de segundo, una amplia gama de tonalidades, del orden de 2 elevado al exponente 10.

De manera que dado el número N de niveles de señal que un receptor requiere discriminar por segundo, se obtiene el ancho de banda que debe tener el canal de comunicación, como $\log_2(N)$. Por lo que nuestro mensaje de alrededor de dos segundos "Descartados el primero y el tercero"

mide, en términos de un ancho banda de línea telefónica de voz de 10.000 baudios, alrededor de 20.000 bits.

Claramente sería también ésta la medida sintáctica del mensaje si lo convenido fuese transmitirlo, independientemente de su significado o efectos, en su forma original o sea, en la voz de su interlocutor, con la mayor fidelidad posible dentro de la resolución preestablecida del canal de comunicación, unos 1000 bits por centésima de segundo de transmisión de voz.

Si el receptor esperase saber solamente cuáles dos de cuatro caballos de una determinada carrera quedan descartados, no requeriría de esos dos segundos de la enorme riqueza del habla, bastándole tan sólo dos de cuatro niveles de señal (o combinaciones de pitidos y silencios etcétera) en un tiempo prudencial, como un segundo a lo sumo. Así, si se escogiese el repertorio "p...", "p.p...", "p.p.p..." y "p.p.p.p...", el mensaje "Descartados el primero y el tercero" podría reducirse a "p...p.p.p..."; si se escogiese el repertorio "00", "01", "10" o "11", el mensaje sería "00,10". Bastarían pues dos bits, en lugar de los 20.000 de la medida sintáctica. Y ésta sería la medida semántica del mensaje.

Si el receptor esperase el mensaje para decidir su apuesta, la medida del mensaje se relacionaría con el aumento de la probabilidad de que el receptor acierte gracias al mensaje. Si el mensaje llegase demasiado tarde para apostar, mediría cero independientemente de su medida semántica, sintáctica o material. Si por el contrario llegase oportunamente, aumentaría la certidumbre a una posibilidad entre los dos caballos no descartados, midiendo en este caso lo mismo que la medida semántica. Claramente, ésta es una medida pragmática del mensaje.

3.2.3.2. La medida probabilística de Shannon y Weaver

Mientras más respuestas posibles tenga una pregunta menor será la probabilidad de que acertemos la respuesta correcta por azar y también mayor será el número de bits que requeriremos para completar la respuesta. De allí que el número de bits que el receptor requiere para responder correctamente una pregunta de N posibles respuestas equiprobables guarda proporción numérica con la probabilidad de que acertemos la respuesta por azar.

En efecto, la célebre medida propuesta por Shannon con fines de ingeniería de telecomunicaciones principalmente, en su "*The Mathematical Theory of Communication*" (Shannon & Weaver, 1949), se puede interpretar como una función de la diferencia entre la probabilidad de acertar que tenemos después de recibir un mensaje y la que teníamos antes. La medida se define como la diferencia de los logaritmos binarios de dos probabilidades multiplicada por una constante de proporcionalidad arbitraria k. Así, si antes de recibir el mensaje "descartados el primero y el tercero" la probabilidad de acertar el ganador entre cuatro caballos era de una entre 4, o sea $\frac{1}{4}$, y después de recibirlo aumenta a una entre dos, o sea a $\frac{1}{2}$, entonces la medida del mensaje, llamémosla I_s , es $I_s = k (\log_2(1/2) - \log_2(1/4)) \text{ bits} = k (-1 + 2) \text{ bits} = 1 k \text{ bit}$. El mensaje reduce una incertidumbre de 2 bits (requeridos para especificar una de cuatro posibilidades), a uno solo (requerido para especificar una de dos posibilidades).

Esta medida se ha entendido como una medida de la "reducción de la incertidumbre" (véase "*Shannon revisited: information in terms of uncertainty*" (Cole 1993)) o del "contenido de información" de un mensaje (véase "*Knowledge and the Flow of Information*" (Dretske 1981) o "*Calculating the information content of an information process for a domain expert using Shannon's mathematical theory of communication: a preliminary analysis*" (Cole 1997)); también como una "medida del orden" o de la reducción de su contrario, la "entropía" (véase "*Entropy in Relation to Incomplete Knowledge*" (Denbigh and Denbigh 1985), "*Entropy and Information: Suggestion for common language*" (Wicken 1987)). Todos estos nombres y otros ha recibido. Pero el objetivo original de la medida no fue otro que estimar la capacidad o "ancho de banda" que debe tener un canal de comunicaciones para transmitir determinada información en un tiempo dado. El ancho de banda es el número de bits por segundo ("bps" o "baudio"), que puede transmitir un canal de comunicación, tal como la corriente eléctrica de un cable telefónico, el ojo humano (véase "*The information capacity of the human eye*" (Jacobson 1951)) o un enlace neuronal (véase "*A note on the concept of 'channel capacity' in psychology*" (Hake 1955), "*The limiting information capacity of a neuronal link*" (Mackay and MacCulloch 1952)).

Subsiste mucha confusión sobre qué mide en realidad la medida de Shannon. Es ilustrativa la anécdota (referida por M. Tribus en "*Energy and Information*" (Tribus and McIrvine 1971)) sobre el nombre dado a esta medida de Shannon:

"... como éste tenía que bautizar su definición, pensó 'llamarla información, pero la palabra estaba demasiado generalizada, por lo que decidí llamarla incertidumbre'; sin embargo, como la forma de la ecuación recordaba la de la entropía termodinámica 'Von Neumann me dijo: 'Deberías llamarla entropía, por dos razones: en primer lugar porque tu función de incertidumbre ya ha sido usada en mecánica estadística con ese nombre, por lo que ya tiene un nombre; en segundo lugar, y más importante, nadie sabe lo que es verdaderamente la entropía, por lo que en un debate siempre tendrás ventaja.'"

Luego reflexiona Tribus

"... la broma de Von Neumann está cargada de significación (...). La aparición de la medida de Shannon, con el mismo nombre y la misma representación funcional de la medida de la termodinámica estadística, suscitó un gran interés entre los físicos teóricos. Uno de los más conocidos contribuyentes a la discusión subsiguiente fue Leon Brillouin, quien trató a las dos entropías como una sola (...). La prueba de que son, en verdad, la misma cosa (y no meramente análogos) se ha hecho ya en otros sitios (...)"¹⁰

Con todo, la medida de Shannon se ha aplicado útilmente a muy diversos campos en las diferentes dimensiones de la información. Para muestra títulos como éstos: "*A Quantitative-Qualitative measure of Information in Cybernetic Systems*" (Belis & Guiasu, 1968); "*The information content and error rate of living things*" (Dancoff & Quastler, 1953); "*The Meaning of Information*" (Nauta 1972); "*Aristotle and Information Theory*" (Rosenfield 1971); "*Ecological stability: an information theory viewpoint*" (Rutledge and Basorre 1976); "Ideas fundamentales sobre la teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética", (Singh 1972); "*Information as a quantitative criterion of biospheric evolution*" (Theodoridis and Stark 1969); "*Energy and Information*" (Tribus and McIrvine 1971); "*Evolution, Thermodynamics and Information: Extending the Darwinian Program*" (Wicken 1987); "*A Calculation of the Probability of spontaneous Biogenesis by Information Theory*" (Yockey 1977); "*Where are we in the theory of information?*" (Hirshleifer 1973); "*Appraisal and information theory*" (Burell 1999); "*An outline of a theory of semantic information*" (Carnap and Bar-Hillel 1952).

3.2.3.3. La medida de Shannon como medida material y sintáctica

Podemos decir que la medida de Shannon alude a la dimensión material de la información ya que mediante su constante de proporcionalidad (k) puede determinar el tamaño, capacidad, volumen u otras medidas del soporte material requerido para el almacenamiento de un mensaje, como por ejemplo la capacidad de un disco duro, o para la comunicación del mensaje en un tiempo dado, como es el caso, ya mencionado, del "ancho de banda" de un canal. Así, si a la constante k se le asigna como valor la unidad de superficie de determinado disco duro requerida para almacenar un bit, por ejemplo, la medida indicará cuánta superficie ocupará la información bajo medición.

Ahora bien, en ocasiones, esta alusión a la dimensión material de la información ha sido empleada para excluir las dimensiones semántica o pragmática, bajo el alegato de que tanto un mensaje que informa cuál caballo ganó una carrera, como un ruido o una avanzada fórmula física, podrían medir el mismo número de bits, independientemente del significado o efecto práctico que puedan tener. El propio Shannon en su obra ya citada (p. 3), afirmó que

"These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem."

Adicionalmente, se ha identificado el uso de la función de Shannon que aquí mostramos como una medida de la dimensión material de la información, con una medida exclusiva de la dimensión sintáctica de la información. Por ejemplo, en "*Information theory*" (Wersig 1996) se lee:

"The very notion of semiotics, which in fact became one of the most important critiques of too simple an application of information theory to human communication, led to the insight that Shannon's mathematical theory was only a theory on the syntactical level (relation of signs to signs), but with no reference to the semantic (relations of signs to meanings) and pragmatic (relation of signs to humans) levels. In consequence, some attempts were made to develop out of Shannon's theory a semantic (e.g. Bar-Hillel and Carnap 1953) or pragmatic (e.g. Yovits 1975) information theory. But they remained in the literature with no great success."¹¹

¹⁰ La obra referida de Brillouin es "*Science and Information Theory*" Brillouin, L. (1962). Science and Information Theory, Academic Press.

¹¹ La noción misma de semiótica, la cuál en efecto llegó a ser la crítica más importante de una aplicación demasiado simple de la teoría de la información a la comunicación humana, condujo al comprensión de la teoría matemática de Shannon como una teoría sintáctica (relaciones de signos con signos), sin referencia

La siguiente cita de "*Appraisal and information theory*" (Burell 1999) es un ejemplo de cómo un autor no interesado en teorizar sobre el tema sino en usar los conceptos generalizados y disponibles, "compra" el punto:

*"Theories on syntactic information are sometimes referred to as the American tradition of information theory. The person traditionally seen as the founder of this tradition of information theory is the American engineer Claude E. Shannon who published his revolutionary article A mathematical theory of communication in 1948"*¹²

Veremos seguidamente que esta identificación de la medida de Shannon con una medida sintáctica no se justifica y revela la confusión y superposición de diferentes contextos del tema.

Supongamos que una persona le dice a otra "El caballo número uno y el caballo número tres están descartados" y luego le dice "Uno y tres". Supongamos que la persona receptora de los mensajes sabe que el emisor se refiere en ambos casos a los caballos que quedan descartados de una carrera entre cuatro caballos. Además, a ésta sólo le interesa saber cuáles caballos están descartados, sin importarle la forma en que se lo digan. Entonces ambos mensajes, a pesar de sus diferentes largos sintácticos, medirían lo mismo: una unidad binaria de información, es decir un bit, ya que como se sabe un bit discrimina entre dos posibles estados, como 0 y 1, encendido y apagado etcétera, o igualmente entre dos posibles grupos, en este caso entre el grupo formado por "El uno y el tres" y el formado por los restantes dos caballos o sea, "el 2 y el 4", digamos. La medida no se refiere a la dimensión sintáctica del mensaje puesto que no depende de la forma del mismo. Si midiese la forma, entonces el primer mensaje mediría más que el segundo, ya que la forma del primero es mayor (en número de letras, por ejemplo) que la del segundo. En efecto, cada letra de un alfabeto de 32, por ejemplo, requiere de 5 (o sea, $\log_2(32)$) bits para ser especificada.

Desde luego, siempre se puede afirmar que a pesar de que la función de Shannon mide un aumento de la probabilidad de acierto, ésta no se refiere en realidad a un conjunto de posibles significados o respuestas, sino a la sintaxis del mensaje mismo, a la fidelidad con la que éste es transmitido de manera que el receptor pueda acertar ("signo a signo") sobre la forma original del mensaje. Pero la validez de esta afirmación exige que nos situemos en un contexto muy especial, quizá propio de la semiótica (véase por ejemplo "*A Functional Model of Interacting Systems; A Semiotic approach*" (Benyon 1993), "*Writings on the general theory of signs*" (Morris 1971), "*Approach to the Analysis of the Sense of Information*" (Sharov 1992), "*A semiotic approach to information value*" (Zunde 1980)), bastante menos general en todo caso que en el que pretendemos que este trabajo se desenvuelva.

Cabe preguntarse ahora hasta dónde podemos decir que la función de Shannon es una medida semántica o pragmática.

3.2.3.4. La medida de Shannon como medida semántica y pragmática

En la conocida obra "*An outline of a theory of semantic information*" (Carnap & Bar-Hillel, 1952) se concluye que la medida de la información semántica

*"(...) is a concept more readily applicable to psychological and other investigations than its communications counterpart"*¹³

haciendo referencia a la función de Shannon como una medida sintáctica. Sin embargo, ya vimos cómo al menos la interpretación de "reducción de la incertidumbre" de la medida de Shannon sí es

alguna al nivel semántico (relaciones de signos con significados) ni al pragmático (relación de signos a humanos). Consecuentemente se iniciaron varios intentos de desarrollar a partir de la teoría de Shannon una teoría semántica (por ejemplo, Bar-Hillel and Carnap 1953) o pragmática (por ejemplo Yovits 1975), pero dichos intentos quedaron en la literatura sin mayores repercusiones. (Traducción del autor)

¹² En ocasiones, las teorías sobre información sintáctica se conocen como la 'tradicción estadounidense de la teoría de la información', aceptándose tradicionalmente como su fundador al ingeniero estadounidense Claude E. Shannon, autor del revolucionario artículo 'Una teoría matemática de la comunicación', publicado en 1948. (Traducción del autor)

¹³ "(...) es un concepto que se aplica mejor al análisis psicológico y otras investigaciones que a su contraparte de comunicaciones" (Traducción del autor)

Ahora bien, hablamos sólo de las medidas material y sintáctica ya que como hemos visto, las medidas semántica y pragmática no dependen de la forma del mensaje: el significado y los efectos prácticos (en términos de aumento de la probabilidad de acierto) medirán lo mismo bien sea que se transmitan en forma algorítmica o en forma desarrollada.

Sin embargo, en ocasiones el hecho de comprimir información se considera ya un efecto práctico, valioso en sí mismo. En este caso el algoritmo, además de reducir la medida material o sintáctica de la información, le añade dimensión pragmática. Por ejemplo, de un modo similar al que comprimimos la serie del ejemplo anterior, comprimamos cuarenta -o cuarenta millones- de experiencias (si se quiere previamente codificadas en un lenguaje estandarizado), que confirman la ley de la gravedad, en la expresión "los cuarenta millones de pares de cuerpos observados se han atraído entre sí con una fuerza proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separaba", o bien, "para los cuarenta millones de pares (i,j), $G(m_i, m_j) = m_i \times m_j / r(i,j)^2$ ". Esta expresión capta un factor regular o repetitivo en un cúmulo de observaciones, tal como la expresión "Escribir '01' 40 veces consecutivamente" captó el factor '01'. Y además de comprimir en sus dimensiones material y sintáctica la información correspondiente a los cuarenta millones de observaciones, le añade un valor pragmático: el de convertir un cúmulo enorme de información en un "modelo", "síntesis", "abstracción", "fórmula", "ley científica" etcétera, con todo lo que esto aporta: es algo obviamente mucho más manejable o inteligible que un gran cúmulo de data; facilita las extrapolaciones o predicciones probables (ya que una vez captado el factor que se repite bajo ciertas condiciones, la "apuesta" de que se repetirá bajo las mismas condiciones se hace razonable); facilita las referencias o el intercambio de información entre emisores y receptores etcétera.

Claramente, la dimensión pragmática de la medida algorítmica de la información guarda proporción con cuánto comprime el algoritmo. Si comprime en pocas "palabras" una enorme cantidad de observaciones, es más valioso que si requiere más "palabras" o si cubre menos observaciones. Lo que puede expresarse como el logaritmo binario del cociente entre el largo sintáctico del algoritmo A y el largo sintáctico de la serie desarrollada N, $\text{Log}_2(N/A)$. Tomando nuestros ejemplos anteriores, tenemos una serie desarrollada de 80 caracteres y un algoritmo de 38 (es decir, el número de caracteres del algoritmo "Escribir '01' 40 veces consecutivamente"). Su medida pragmática sería de poco más de un bit, o sea, $\text{Log}_2(80/38)$. En el caso de las observaciones de la atracción gravitatoria entre cuerpos, tenemos una serie de 40 millones de observaciones con un largo unitario de, digamos, 100 caracteres cada una, para un largo total de 4.000 millones de caracteres, y un algoritmo o "ley de la gravedad" de unos 70 caracteres. Su medida pragmática sería de unos 28 bits, o sea, $\text{Log}_2(4.000.000.000/70)$.

Desde luego, esta medida no está exenta de dificultades. Las más pasajeras son de orden psicológico y consisten en un rechazo inicial a la idea de que toda una teoría física, como la ley newtoniana de la gravedad, no sea en el fondo otra cosa que la compresión algorítmica de un conjunto de observaciones. No me extrañó encontrar al respecto el siguiente comentario en una página web titulada "*Cognition and Compresión*" (Wolff 2003):

*"John Winston Bush, PhD, says: 'Fascinating idea! All that mental work I've done over the years, and what have I got to show for it? A goddamned zipfile! Well, why not, after all?' "*¹⁴

Otra dificultad estriba en la acotación del conjunto de observaciones. En nuestro ejemplo tomamos la cifra de 40 millones al voleo, porque del número de observaciones que respaldan a la teoría newtoniana de la gravedad sólo podemos decir (además de que la primera fue la de la famosa manzana), que son muchas, en la práctica incontables. Se podría recurrir a las grandes cotas físicas, como los famosos órdenes de magnitud del número de átomos del Universo o de su edad en segundos; en efecto, una vez que suponemos la universalidad de la ley de la gravedad, su versión comprimida se refiere necesariamente a la atracción entre todos los posibles pares de cuerpos formados por un número de átomos convenientemente elegidos del Universo, cuyo número podríamos estimar. Pero seguramente habrá más de una compresión algorítmica para la que ni siquiera este tipo de cifras gruesas esté disponible o haga sentido.

También hay dificultades relacionadas con el tratamiento de las series aleatorias, como la serie de los resultados del lance de una moneda. En estas series, por definición, no se encuentra un elemento repetitivo o regular que permita comprimirlas. Sin embargo, existen modos alternativos

¹⁴ "El Dr. John Winston Bush dice: '¡Qué fascinante idea! Todo lo que me quedaría por mostrar de años de trabajo mental sería... ¡un archivo zip! Aunque, después de todo ¿por qué no?' (Traducción del autor)

de comprimirlas algorítmicamente. Estas y otras dificultades no menos complejas, así como las formas de abordarlas por parte de diferentes autores y sus posibles soluciones, se pueden consultar en "La posibilidad de una medida algorítmica del poder explicativo de las explicaciones científicas" (Salim 1992). En especial, el punto "La posibilidad de una medida del poder explicativo de las explicaciones estadísticas basada en la 'complejidad estadística'".

3.2.4. Dimensiones informacionales de algunos objetos

Veremos que los objetos informacionales se diferencian, entre otros factores, por sus dimensiones informacionales, tal como los objetos materiales se diferencian por sus dimensiones físicas. Esta diferenciación contribuye en este trabajo a aclarar diversas confusiones entre el conocimiento y muchos otros conceptos con los que a veces se le identifica o relaciona y de los que otras veces se intenta distinguirlo. En este sentido, presentamos a continuación una lista ilustrativa de objetos informacionales o grupos de ellos, con consideraciones acerca de su dimensión informacional. La lista no es exhaustiva aunque sí podemos afirmar que es representativa, ya que incluye los más notables objetos informacionales tanto biológicos como culturales, es decir, cualquier objeto informacional genético, sexual o neurocerebral, por una parte, y por la otra cualquier objeto informacional relativo al lenguaje o a las ciencias y tecnologías de la información. Por definición, cualquier cosa que podamos llamar un objeto informacional pertenece a una de esas categorías (ver el punto "3.1.2. Forma, información y objetos informacionales", más arriba en este trabajo).

3.2.4.1. Objetos informacionales de dimensión predominantemente energético-material

Ácido desoxirribonucleico (ADN):

Alude a la sustancia química que constituye a los cromosomas, siendo el soporte material de la herencia o información genética. (Véase "*The origin of genetic information*" (Eigen, Gardiner et al. 1981), "*Information in Biological Systems: The role of Macromolecules*" (Holzmüller 1984))

Gameto, cromosoma X o Y:

Aluden a las células sexuales; más específicamente, a los conjuntos de cromosomas - masculinos o femeninos- que soportan el material de la información genético-sexual. La información genética femenina está en pares de cromosomas del tipo X y la masculina en cromosomas pareados de tipos X e Y. (Véase "*The origin and evolution of gamete dimorphism and the male-female phenomenon*" (Parker, Baker et al. 1972))

Tejido neural, Sistema nervioso, Sistema neurocerebral, Cerebro etc.:

Aluden muy principalmente al soporte material de la información, en este caso a la red de células que soportan la información neural y neurocerebral (véase "*From Neuron to Brain: A Cellular and Molecular Approach to the Function of the Nervous System*" (Nicholls, Martin et al. 1992), "*The Nervous System*" (Partridge and Partridge 1993), "*The neuron*" (Stevens 1979)). Con menos predominancia aluden a las dimensiones sintáctica, semántica y pragmática. La estructura de la señal nerviosa o de la información memorizada es información sintáctica; las conexiones neurales conforman relaciones semánticas; en su capacidad de activar y controlar los movimientos o comportamientos de un organismo está su dimensión pragmática.

Papel, libro, biblioteca, archivo y demás instrumentos tradicionales de escritura o lectura:

Aluden principalmente al soporte material tradicional de la información cultural.

Discos magnéticos y demás "hardware" o medios digitales de información:

Aluden principalmente al soporte material informático o digital de la información cultural.

3.2.4.2. Objetos informacionales de dimensión predominantemente sintáctica

La doble hélice:

Se refiere a la sintaxis o estructura externa del código genético: una sucesión muy precisa, en forma de espiral, de bases nitrogenadas. (Véase "Biología Molecular de la Célula" (Alberts, Bray et al. 1986), "*Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid*" (Watson and Crick 1953), "*The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*" (Watson 1981)).

Alfabeto genético, sintaxis genética:

El alfabeto genético es la lista de los símbolos de los componentes genéticos, entre ellos las iniciales de las cuatro bases nitrogenadas: Adenina, Citosina, Guanina y Tiamina. Con esos símbolos se han construido diversas sintaxis que reflejan las relaciones físicas entre los componentes químicos simbolizados. Una de estas sintaxis, proveniente de la bioinformática, es “*Abstract Syntax Notation (ASN,.1)*” acogida por el *National Center for Biotechnology Information* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), entre otras instituciones.

Estructura mental:

Alude claramente a la sintaxis básica de la información en el cerebro. (Véase “*The Language of Thought*” (Fodor 1974), “*The Computer and the Mind An Introduction to Cognitive Science*” (Johnson-Laird 1988)).

Estructuras gramaticales o literarias:

Los objetos informacionales tales como el lenguaje, la gramática, las partes de la gramática, las formas literarias -poema, novela etcétera-, aluden principalmente a la dimensión sintáctica en tanto se refieren a estructuras de la información cultural. (Véase “*Syntactic Structures*” (Chomsky 1957)).

Oración afirmativa:

Alude a la dimensión sintáctica de un dato (sujeto, verbo en modo afirmativo, predicado. Por ejemplo: “María conduce el automóvil”)

Oración imperativa:

Alude a la dimensión sintáctica de una orden, solicitud etcétera (sujeto, verbo en modo imperativo, predicado. Por ejemplo: “María: conduce el automóvil”)

Oración interrogativa:

Alude a la dimensión sintáctica de una pregunta (verbo, sujeto, predicado. Por ejemplo: “¿Conduce María el automóvil?”)

Oración exclamativa:

Alude a la dimensión sintáctica de una exclamación (sujeto, verbo, predicado. Por ejemplo: “¡María conduce el automóvil!”)

Símbolo, letra, alfabeto:

Se refiere a la dimensión sintáctica, a las formas de los componentes más elementales de la información cultural

Código:

Si bien se asume en general que un código significa algo, el término se refiere más a la secuencia o estructura de símbolos que lo constituye.

Unidad de información, bit:

Símbolo de un alfabeto binario. Se trata de un alfabeto de dos letras (la “A” y la “B”, por ejemplo, o “0” y “1”). Cualquier alfabeto de un número mayor de letras se puede reducir al alfabeto binario mediante una lista de igual número de asignaciones. Por ejemplo, el alfabeto de 4 letras, A, B, C, D se reduce al alfabeto binario mediante las siguientes asignaciones: A-> AA, B-> AB, C->BA y D-> BB. Un byte es una secuencia de 8 bits.

Medida de la información, ancho de banda:

Número de bits que se necesita para comunicar o almacenar un mensaje. (Se calcula como el logaritmo binario del número total de posibilidades entre las cuales el mensaje expresa una. Por ejemplo, para decir si un faro está encendido o apagado, basta un bit: 0 para encendido o 1 para apagado. Para decir cuál de cuatro caballos ganó la carrera hacen falta dos bits, ya que con uno, sólo podemos designar uno de dos caballos, el 0 o el 1, mientras que con dos podemos designar uno entre los siguientes cuatro: el 00, el 01, el 10 y el 11. Generalizando, para decir una entre N posibilidades, hace falta $\log_2(N)$ bits).

Claramente, alude a la dimensión sintáctica de la información y para nada a las dimensiones semántica o pragmática, ya que puede medir el mismo número de bits un mensaje que informe cuál caballo gana la carrera que un ruido o una avanzada fórmula física, digamos. Sí guarda relación en cambio con la dimensión material. Mediante constantes de proporcionalidad se puede determinar el tamaño, capacidad, volumen u otras medidas del soporte material requerido para el almacenamiento o comunicación de

un mensaje. Una de estas medidas, muy empleada en las tecnologías de la información, era justamente lo que tenía en mente el ingeniero a quien se le reconoce la paternidad de la medida de la información (véase *The Mathematical Theory of Communication* (Shannon and Weaver 1949)). El ancho de banda es en efecto la capacidad, expresada en número de bits por segundo ("bps" o "baudio"), de un canal de información. Y como lo expresó el propio ingeniero Shannon en la obra acabada de citar:

"*These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem.*"¹⁵ (p. 3)

Tipo de dato, agrupaciones estructuradas de unidades de información:

Son tipos de datos los grupos de bits o bytes que conforman lo que en determinados contextos puede ser interpretado como una fecha, un número, una palabra o frase etcétera.

Registro:

Secuencias estructuradas de tipos de datos. Por ejemplo, el registro Nombre (palabra), fecha de nacimiento (fecha) y peso (número).

Registro digital:

Registro en soporte digital.

3.2.4.3. Objetos informacionales de dimensión predominantemente semántica

Genotipo-fenotipo:

Relación semántica o mapa entre el código genético y las características visibles de un organismo desarrollado. (Véase *The mapping of human chromosomes* (McKusick 1971), *The stories of the gene maps of the human chromosomes* (McKusick 1971)).

Memoria, recuerdo etcétera:

Conexiones neuronales por semejanza, contraste, asociación y otras relaciones, entre información ya almacenada en la memoria cerebral e información entrante al sistema nervioso. Por ejemplo, la evocación de la imagen de una fiera al escucharse un rugido. El tema de las conexiones neuronales está expuesto desde todos sus puntos de vista relevantes en las secciones *Psychology, Neurosciences y Computational Intelligence* de la *MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (Wilson and Keil 2001). También en *Inside the Brain: Mapping the Cortex, Exploring the Neuron* (Calvin and Ojemann 1980) y *Neuronal man: The biology of mind* (Changeux 1985). Sobre los aspectos formales de las relaciones semánticas en cognición véase *The Language of Thought* (Fodor 1974) y *Information and Association* (Fodor 1986)

Expresión, gesto, palabra:

Son objetos informacionales de elevado componente semántico ya que en general aluden a un significado. Así, cuando empleamos el término "expresión" aludimos más a lo expresado que a la estructura de la expresión. Cuando decimos que una persona empleó "una expresión insultante", por ejemplo, lo que nos permite calificarla de ese modo no es la estructura de la expresión sino su significado.

Dato, data:

Objeto informacional de dimensión semántica en tanto se refiere a la asociación de dos o más significados. Por ejemplo, "María conduce" asocia el significado de la señal "María" con el significado de la señal "conduce". Puede que un dato active una acción, en cuyo caso sería también información pragmática, pero no es éste el significado más usual del término. Los términos Dato o data se suelen referir particularmente a una lista o tabla de diferentes "valores" de una forma sintáctica, por ejemplo, "La fecha de nacimiento de _____ es _____", donde el primero y el segundo espacios son encabezados de columnas que se rellenan con nombres de personas y sus fechas de nacimientos, respectivamente.

Base de datos:

¹⁵ "Estos aspectos semánticos de la comunicación son irrelevantes para el problema de ingeniería" (Traducción del autor)

Conjunto de relaciones entre registros digitales orientadas a reflejar y mantener las asociaciones dadas entre diferentes entidades o una entidad y sus atributos, tendiendo a minimizar la redundancia de la información. Por ejemplo, dada una lista de nombres de personas, número de identidad y números de teléfonos, y otra lista de nombres de personas, números de identidad y direcciones, la base de datos relacionará direcciones y números de teléfonos a través del número de identificación común y además prescindirá de la columna de nombres de personas en una de las dos listas, ya que a través del número de identificación común, podrá encontrar en la segunda lista, la dirección y el nombre de la persona correspondiente a un número de teléfono.

3.2.4.4. Objetos informacionales de dimensión predominantemente pragmática

Gen, Genoma:

Son tal vez los términos que mejor connotan la dimensión pragmática de la información genética, ya que conllevan la idea de generación de un organismo a partir de una semilla o código seminal. (Véase “*The Selfish Gene*” (Dawkins 1976), “*The Code of Codes: Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*” (Kevles and Hood 1992), “*An Introduction to Genetic Engineering*” (Nicholl 1994)).

Impulso nervioso, señal nerviosa:

Aluden al componente pragmático de la información neural en tanto activan reacciones o comportamientos en el organismo. El tema de las reacciones neuronales y señales cerebrales está expuesto desde sus diferentes puntos de vista en las secciones “*Psychology and Neurosciences*” de la “*MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*”. También en “*Brain, Mind and Behavior*” (Bloom and Lazerson 1985), “*The Cerebral Code: Thinking a Thought in the Mosaics of the Mind*” (Calvin 1996), “*The neural pathways and informational flow mediating a conditioned autonomic response*” (Cohen 1974), “*Behavioral Neurology and Neuropsychology*” (Feinberg and Farah 1998), “*From Neuron to Brain: A Cellular and Molecular Approach to the Function of the Nervous System*” (Nicholls, Martin et al. 1992), “*Handbook of Physiology Section 1: The Nervous System. Vol. V, Higher Functions of the Brain*” (Plum 1987)).

Noticia, informe, mensaje, afirmación, discurso etcétera:

Al igual que Dato estos términos participan de la dimensión semántica, pero lo hacen más notoriamente de la dimensión pragmática. Por ejemplo, mientras la noticia de que hay una artefacto explosivo en un edificio puede ser mera información semántica para quienes se encuentran en una ciudad distante, es de suma intensidad pragmática para quienes están en el edificio, ya que activa de inmediato su reacción.

Orden, instrucción, comando, sugerencia, solicitud, ruego, súplica etcétera:

Aluden principalmente a la dimensión pragmática en tanto activan una acción en el receptor. Por ejemplo la orden o súplica “Conduce, María” activa en el receptor María la acción de conducir.

Interrogación, pregunta etcétera:

Alude principalmente a la dimensión pragmática en tanto activa una acción en el receptor. Por ejemplo la interrogación “¿Conduces, María?” siempre se puede interpretar como el imperativo “Dime si conduces, María”.

Exclamación:

Cuando connota coacción es información intensamente pragmática, aunque no pasa de ser información semántica cuando se refiere a meras expresiones de sorpresa, gusto etc.

Clave, contraseña:

Alude principalmente a la dimensión pragmática en tanto “llave” o dispositivo capaz de “abrir” o “activar” algo.

Software, programas informáticos, códigos ejecutables, aplicaciones informáticas etcétera:

Aluden principalmente a la dimensión pragmática, en tanto información que activa (controla, regula etcétera) el comportamiento de una máquina o hardware.

3.2.4.5. Objetos informacionales multidimensionales

Conocimiento, saber, sabiduría, erudición, experiencia, mente, pensamiento, idea, cultura, inteligencia, razonamiento, pensamiento, cultura, ciencia, tecnología etcétera: Estos términos aluden principalmente, en sus acepciones más comunes y cada uno en diferente grado y con sus particularidades, a las dimensiones semántica y pragmática de la información. Son información semántica en tanto conjunto de señales almacenadas y relacionadas en la memoria cerebral de manera tal que una señal es capaz de representar a un grupo de ellas, entendiéndose por “representar” la capacidad de traer dicho grupo o “significado” desde la memoria de almacén a la memoria presente o activa del cerebro. Son información pragmática en tanto conjunto de señales de tal modo relacionadas en la memoria, que permiten activar, regular, controlar, modular, coordinar etcétera, movimientos del organismo. Por ejemplo, el conocimiento que permite al organismo conducir un automóvil obedeciendo señales cerebrales, es claramente información pragmática. Son también información sintáctica en tanto conjunto de señales almacenadas y relacionadas en la memoria de manera tal que una señal recibida puede ser asimilada por su forma o estructura a otras de similar patrón, ser rechazada al resultar inasimilable o asentar una forma nueva.

También aluden estos términos a un soporte material y con ella a una dimensión material. Se trata principalmente del cerebro, más específicamente las neuronas de la corteza cerebral. Aunque la alusión se extiende a otros objetos que cumplen la función de “extensiones” cerebrales o bien, dispositivos externos de almacenamiento del contenido cerebral, como bibliotecas, las llamadas “bases de conocimiento” informatizadas o los llamados sistemas expertos.

Sin embargo, lejos de ser la dimensión material la predominantemente aludida, tiende más bien a ser diferenciada, separada, deslindada, estableciéndose alrededor del significado de dichos términos distinciones o dualidades que ya son lugares comunes, como por ejemplo mente - cuerpo, inmaterial – material, intangible - tangible, psicológico – fisiológico etcétera.

Comunicación:

Alude por igual a las dimensiones sintáctica, semántica o pragmática de la información que se transmite desde un soporte material a otro. No le concede igual peso al soporte material.

Sistema de información:

Su estructura es información sintáctica. Su función suele ser simultáneamente semántica y pragmática. También alude a la dimensión del soporte material, conformado por el hardware. Pero a pesar de que éste suele ser considerado parte integrante del sistema, el propio término información le resta importancia a su dimensión. Digamos que información se refiere más al software que al hardware.

3.2.4.6. Objetos informacionales integrales

Célula:

Alude a todas las dimensiones de la información genética. Las estructuras genéticas son información sintáctica; el mapa genotipo-fenotipo es información semántica; la capacidad de generar y ejercer el control genético sobre su materia es información pragmática y, finalmente, su parte central o núcleo es el soporte material.

Organismo vegetal:

Al igual que el término célula, alude por igual a todas las dimensiones de la información genética. Se refiere a tejidos celulares que, entre otras características, no poseen un sistema nervioso, por lo que su sistema de información se reduce prácticamente a lo genético.

Organismo animal:

Alude por igual a todas las dimensiones de la información genética y todas las de la información neurocerebral. Su dimensión material cubre desde luego todo el cuerpo; la dimensión sintáctica abarca las estructuras de información tanto genética como neurocerebral; la dimensión semántica se refiere al mapa genotipo-fenotipo y a las asociaciones o conexiones neuronales; la dimensión pragmática está en la generación del fenotipo a partir del genotipo y a las activaciones de conductas a partir de las señales nerviosas.

Organismos semi-artificiales o artificiales

Alude a combinaciones existentes o posibles de sistemas de información parcial o totalmente artificiales, integrados a soportes materiales también total o parcialmente artificiales. Hablamos desde luego de sistemas biónicos o robóticos, con inteligencia parcial o totalmente artificial

Organización en general, sistema socio-político

Alude en general al sistema de información que en el fondo es cualquier organización. Basta considerar que todo lo que no es información en una organización, o sea, su soporte o planta física, corresponde al soporte energético-material de dicha información. Un ejemplo emblemático es el Estado moderno y su división de poderes en legislativo, ejecutivo y judicial. Lo legislativo alude a las leyes, a las reglas, a la formalidad. Podríamos decir que constituye la dimensión sintáctica del Estado. Lo ejecutivo alude a la acción correspondiente a la ley, su puesta en práctica. Es la dimensión pragmática del Estado. Lo judicial alude al significado de la ley, a la relación, comparación, balance o contraloría entre la regla y la noticia de su cumplimiento o incumplimiento. Es la dimensión semántica del Estado. Finalmente, el territorio y la infraestructura física del Estado es su dimensión energético-material. De manera que los filósofos de la ilustración (véase por excelencia “*The Spirit of the Laws vol. 1*” (Montesquieu 1777)) en realidad no inventaron la división de poderes sino que reconocieron en el Estado las dimensiones de cualquier objeto informacional, en particular de cualquier organización. Más aún, diríamos que al prescribir la independencia de los poderes como fórmula de control mutuo, lo que hicieron fue en realidad aclarar la frecuente confusión –que ya antes describimos- entre dimensiones de la información, evitando así las consecuentes trabas en el funcionamiento del Estado.

En una organización poco formal, como podría serlo una pequeña empresa familiar, las ideas constitutivas y sus reglas derivadas probablemente no estén escritas en documento alguno; la evaluación de la viabilidad de la idea o del cumplimiento de las reglas no amerita un tribunal ni se expresa tal vez en una sentencia. Pero de seguro hay una idea constitutiva –ideal, modelo, inspiración, meta, sueño etcétera- secundada por variantes totales o parciales más detalladas u operativas, esto es, reglas o formas de llevar la idea a la práctica, todas ellas inicialmente arbitrarias, tentativas, incluso erráticas, sin necesario significado en términos materiales o de información previa –dimensión sintáctica -; éstas se ejecutan o lo intentan –dimensión pragmática- y hay evaluación de ejecución, control de cumplimiento, selección de la mejor idea o forma, desecho de las más inviables, absurdas etcétera –dimensión semántica-. De otro modo difícilmente podríamos hablar de una organización.

Las dimensiones de la información son pues las dimensiones de cualquier sistema u organización. Los sistemas y organizaciones son objetos predominantemente informacionales.

3.2.4.7. Cuadro resumen de objetos informacionales agrupados por dimensión informacional

Dimensión predominante	Objeto informacional
Energético-Material	<ul style="list-style-type: none"> • Acido desoxirribonucleico (ADN) • Gameto • Tejido neural, Sistema nervioso, Sistema neurocerebral, Cerebro etc. • Papel, libro, biblioteca, archivo y demás instrumentos tradicionales de escritura o lectura • Discos magnéticos y demás hardware o medios digitales de información
Sintáctica	<ul style="list-style-type: none"> • Doble hélice • Alfabeto genético, sintaxis genética • Estructura mental • Estructuras gramaticales o literarias • Oración afirmativa • Oración Imperativa • Oración interrogativa • Oración exclamativa • Símbolo, letra, alfabeto • Código • Unidad de información, bit • Medida de la información, ancho de banda • Tipo de dato • Registro • Registro digital
Semántica	<ul style="list-style-type: none"> • Genotipo-fenotipo • Memoria, recuerdo etcétera • Expresión, gesto, palabra • Dato, data • Base de datos
Pragmática	<ul style="list-style-type: none"> • Gen, Genoma • Impulso nervioso, señal nerviosa • Noticia, informe, mensaje, afirmación, discurso etc. • Orden, instrucción, comando, sugerencia, solicitud, ruego, súplica etc. Interrogación, pregunta etc • Exclamación • Clave, contraseña • Software, programas informáticos, códigos ejecutables, aplicaciones informáticas etc.
Más de una	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento, saber, sabiduría, erudición, experiencia, mente, pensamiento, idea, cultura, inteligencia, razonamiento, pensamiento etc. • Comunicación • Sistema de información
Todas	<ul style="list-style-type: none"> • Célula • Organismo vegetal • Organismo animal • Organismos semi-artificiales o artificiales • Organización en general, sistema socio-político

Tabla 1

3.3. COPIA Y ECONOMÍA DE LOS OBJETOS INFORMACIONALES

En esta sección despejamos dudas que suelen plantearse en el contexto de los negocios sobre el conocimiento pero que en el fondo se refieren a todos los objetos informacionales. De este modo estas dudas no nos serán particularmente molestas en el capítulo “5. EL CONOCIMIENTO EN EL CONTEXTO DE LOS NEGOCIOS”.

3.3.1. Copia de la forma, no de la materia ni de la energía.

Al ocurrir una transferencia de materia o de energía, la cantidad transferida se resta del origen y se añade al destino. Pero al transferirse información, ésta queda en el origen y en el destino. Así, el emisor de una información no la pierde al enseñarla o transferirla. De modo que en caso de transferencia de información, de lo que por lo general hablamos es de copias. La forma de una estatua en mármol puede ser reproducida en yeso o en otra pieza de mármol; puede ser comunicada mediante un papel fotográfico o un texto descriptivo etcétera. Todo esto sin que la estatua original pierda ni su forma ni su materia. Igualmente, cuando reproducimos una melodía, no multiplicamos la energía de la onda sonora sino la forma de la onda sobre otras fuentes de energía preexistentes. De modo que la forma, la información puede físicamente ser reproducida, duplicada, copiada. Pero la pieza de mármol no puede ser transferida a otra estatua, ni la energía de la

melodía a otro uso, a otra forma, o sea, no puede ser transformada, sin que el objeto original pierda su forma, su materia o su energía original. Cuando decimos que un objeto energético o material es reproducido, duplicado, copiado etcétera, en realidad lo que decimos es que su forma, su fórmula, su información es plasmada en otra porción de materia o energía, de modo que lo que se reproduce, duplica o copia es la forma, la fórmula, la información; no la materia ni la energía. La materia y la energía, a diferencia de la información, si bien se pueden reutilizar, no se pueden reproducir, duplicar, copiar. Como ya hemos dicho, la cantidad de materia-energía del universo se asume constante, al menos para todo efecto práctico, tal como lo postula el primer principio de la termodinámica (ver “*Thermodynamics*” (Callen 1963)). Y esta es una diferencia esencial entre la materia y la energía, por una parte, y la información por otra.

3.3.2. El valor de cambio de la copia

Si, como es generalmente aceptado, el valor de cambio de un objeto depende de su escasez en relación con su demanda ver (“*Principles of Economics*” (Marshall 1890)) entonces el que la forma o la información pueda ser copiada sin restricciones anula su valor de cambio, al anular toda escasez. Sin embargo, ciertos valores no materiales, a diferencia de los materiales, no pierden valor con su diseminación y en ocasiones incluso lo ganan. Un caso ilustrativo de información que no pierde valor al ser diseminada es la información sobre el clima. El pronóstico climático para el día siguiente tiene el mismo valor para una persona potencialmente afectada, independientemente de cuántas otras lo sepan, es decir, independientemente del número de “copias”. En lo que respecta a la información que puede ganar valor al ser diseminada, el ejemplo frecuente es el del conocimiento que, al ser publicado o compartido, recibe un “*feed back*” que le añade valor académico, o bien el de una novela, que al ganar fama aumenta su valor editorial. Es un caso emblemático el del software que, gracias a su profusa diseminación por piratería, se convierte en un estándar del mercado, generando por ello mismo un aumento del valor o de la demanda de copias legales en la importante parte del mercado que, por diversas razones, se exime de recurrir a la piratería.

Ahora bien, tanto la diseminación sin restricciones, como el mantenimiento e incluso el aumento del valor a pesar de la diseminación irrestricta, son comportamientos violatorios de las leyes comunes del mercado. Pero veremos que en realidad tal violación no ocurre en general y que las copias de información tienden a comportarse como cualquier otro valor del mercado.

Sobre el valor económico de la información puede verse, entre otros “*The value of information: Approaches in economics, accounting, and management science*” (Repo 1986)

3.3.3. Restricciones a la copia

A pesar de que la forma, a diferencia de la materia y la energía, puede ser copiada, no es del todo cierto que pueda serlo sin restricción alguna. A continuación enumeramos un conjunto de restricciones.

3.3.3.1. Restricciones físicas

Como sabemos, la información puede cambiar de soporte energético-material pero siempre requiere estar en un soporte energético-material. Incluso en su tránsito “inalámbrico” y hasta “no atmosférico”, puramente electromagnético o energético entre un soporte energético-material y otro, no deja de estar soportada por los soportes emisor y receptor, a menos que se de por disipada o “perdida”, digamos, en cuyo caso deja de interesarnos. Además, la información no se transfiere por azar entre soportes energético-materiales predeterminados. Ello requiere de un trabajo, el trabajo de tomar o “leer” la información de un soporte energético-material, transmitirla y finalmente plasmarla o “escribirla” en otro. Por ejemplo, la reproducción de una pieza musical requiere como soporte material una cinta magnética o un disco compacto o el disco duro del computador del usuario o el disco duro de un servidor de internet mas el medio de transmisión, además de los respectivos artefactos de reproducción y amplificación de sonido etcétera. También requiere de cierto trabajo de reproducción, bien sea el trabajo previamente instalado en los artefactos reproductores en forma de aplicación de software de copiado, o el que algo o alguien realiza en el momento de la reproducción. Ahora bien, en general tanto el soporte energético-material como el trabajo de copia, constituyen por sí mismos valores de mercado, son bienes y / o servicios valorados. Y si bien su valor –o por lo menos la parte de él que se usa para una copia individual – es generalmente muy inferior al de la información copiada, ya constituyen una restricción a la copia.

3.3.3.2. Restricciones legales

Las restricciones energético-materiales a la copia de la información nunca serán por supuesto tan fuertes como la imposibilidad física de copiar la materia o la energía. Lo que sin duda deja siempre una posibilidad, una fisura por la cuál puede diluirse el valor de la información. En un intento adicional por sellar esta fisura y preservar el valor de cambio de la información, se recurre a imponer una serie de restricciones legales, artificiales, a su copia. La información puede ser físicamente pero no legalmente copiada, salvo autorización u omisión legal en contrario, a menos que se pague por dicha copia un valor dado. Objetos tales como los derechos de autor, la moneda de valor fiduciario (es decir, con un valor que no está en su materia, en su metal, en su papel, sino en cierta información que le permite ser reconocida, creída o aceptada por un pagador) y otros llamados “intangibles”, constituyen valores de forma o información, o si se quiere, valores no materiales (ni energéticos) o independientes de su soporte energético-material. Leyes como las que penalizan la falsificación de billetes de banco o el plagio, y en general las leyes de protección a la propiedad intelectual son ejemplos de las restricciones legales mencionadas.

3.3.3.3. Restricciones éticas

La ética suele ser fundamento de la legalidad y podría decirse que aunque en una región o país no hubiese suficientes restricciones legales contra la copia no autorizada de información, todavía valdría la restricción ética que fundamenta la restricción legal en otros países. Puede que la restricción ética no sea muy efectiva en mercados muy masivos o impersonales, pero suele serlo en mercados pequeños, donde los agentes se conocen unos a otros y el plagio es una conducta convencionalmente condenada, como es el caso de círculos artísticos, ambientes intelectuales y otros similares.

3.3.3.4. Restricciones físicas por excepcionalidad del soporte

Hay casos en que una forma no puede ser fielmente copiada sino sobre un soporte energético-material con características excepcionales. Así, la forma de un cristal precioso difícilmente puede ser reproducida sin pérdida de fidelidad (reflexión de luz, transparencia etcétera) en otro material. El conocimiento de una mente calificada de excepcional, superdotada o única no es fácilmente trasladable con fidelidad a mentes más ordinarias. Similar para los efectos aunque por causas diferentes es el caso de cualquier forma que por cualquier motivo no conserve su valor sino sobre un soporte energético-material con características muy específicas. Así, la forma de una piedra lunar trasladada a un soporte material terrestre o una pintura famosa copiada sobre un lienzo distinto del original o la imagen de un billete de banco calcada sobre otro papel, claramente pierden valor de cambio.

3.3.3.5. Restricciones técnicas

Existen diversas técnicas para evitar o restringir la copia o diseminación no deseada de información, más allá del secreto individual, del secreto pactado o del simple ocultamiento del soporte de la información. Van desde el almacenamiento de información en cajas fuertes o en archivos de acceso controlado, pasando por los sistemas de encriptación manuales, mecánicos o electrónicos, hasta los llamados Muros de fuego (*Firewalls*) utilizados recientemente para impedir la infiltración de un sistema informático por programas informáticos espías (capaces de enviar copias de la información del sistema a usuarios no autorizados a través de las redes de intercomunicación de computadoras). Cabe mencionar la larga “carrera armamentista” que se libra entre estas técnicas, en particular las basadas en la encriptación, y los intrusos o descifradores. Un episodio muy destacado fue el desciframiento por parte de la inteligencia aliada de las famosas máquinas de encriptación empleadas por los nazis en la segunda guerra mundial. Y su episodio más reciente es sin duda el que protagonizan los célebres “*hackers*” informáticos.

3.3.4. La materialización de las copias para su intercambio

De manera pues que mediante las restricciones materiales y legales / éticas a la copia de información, se logra preservar en buena medida el valor de éstas y permitir su intercambio como si se tratase de valores materiales. Así, cuando se vende un disco de música el intercambio se realiza tal como si se tratase de la transferencia de un objeto material –el disco- a cambio de otro – el billete de banco- es decir, como un intercambio de valores materiales. Y esto a pesar de que se entiende claramente que el principal valor de cambio del disco es la música, es decir, la

información plasmada en el disco, no el soporte material, así como que el principal valor de cambio del billete de banco es lo que él, mediante códigos reconocibles por el banco, informa valer, o sea, su información, no su papel.

Ejemplos como el informe del clima y otros similares, no se diferencian sustancialmente del caso del disco de música o de cualquier otra publicación, como el libro o el periódico. En todos estos casos el valor se forma por el método de estimar el “valor de mercado” de una “unidad de uso” o “unidad de disfrute” – frecuentemente llamada “copia”, “ejemplar”, “recepción”, “paquete”, “licencia unitaria de uso”, etcétera- y multiplicarlo por el número estimado de ellas que se pueden llegar a colocar o vender en el mercado. Se asume que más allá de ese número de unidades el valor desaparece (o se hace residual), tal como ocurre cuando se agota el mercado de un objeto material. Así, el valor de un pronóstico del clima tiene un “valor unitario de mercado”, que los publicistas estiman generalmente según “el tiempo de exposición” de una persona a un medio publicitario, es decir, el tiempo que una persona está dispuesta a “gastar” frente a un televisor, digamos, para enterarse de esa información con sus respectivos insertos publicitarios. Este valor unitario de mercado, multiplicado por el número de personas eventualmente interesadas, determina el valor total del informe climatológico. El que circunstancias especiales (como el anuncio de una nevada excepcional) pueda modificar o no el valor en un momento dado, tampoco establece una diferencia entre este valor inmaterial y uno material porque éste (los implementos para la nieve, por ejemplo) también responden a dichas circunstancias especiales.

El ejemplo del conocimiento que, al ser publicado o compartido, recibe un “*feed back*” que le añade valor, no es sino el caso de cualquier valor, material o no, en proceso de elaboración, de producción etcétera. En efecto, el conocimiento que aún recibe *feed-back* está claramente en desarrollo y como tal es comparable a una porción de materia prima sometida a un proceso de transformación. En ambos casos, el valor es difícil de determinar, optándose por lo general a esperar que el objeto en cuestión alcance un estatus reconocido, como el de “borrador publicable”, “versión beta” o “producto semiacabado”.

El ejemplo de las llamadas profecías auto-cumplidas (como la apuesta de un experto al alza de un valor bursátil que luego sube simplemente porque muchas personas compran basadas en la apuesta del experto, aumentando la demanda) es un caso semejante al anterior. No se le suele asignar un valor hasta tanto no alcancen un estatus estable (por ejemplo, la “cotización” o “caché” de una predicción del experto).

De manera pues que, en general, se logra aplicar a los valores inmateriales o intangibles la teoría y práctica relativa a la formación de valor de los objetos tangibles o materiales.

3.3.5. La desmaterialización de la copia para su transporte

Los intercambios de valores esencialmente no materiales que se realizan de manera material son susceptibles de cierta “desmaterialización”. Por ejemplo, la venta de música a través de la Internet con cargo a una cuenta de crédito desmaterializa en gran medida dicho intercambio, al sustituir el material del disco y el papel moneda por un soporte electrónico. En muchos casos la desmaterialización constituye un ahorro en un importante costo de transacción: el costo de transporte.

3.3.5.1. El costo de transporte

Éste está presente siempre que se genera demanda de un objeto material en un lugar distante o por lo menos distinto del lugar de la oferta y en un tiempo perentorio, lo cuál constituye el caso más frecuente. El transporte consiste en el desplazamiento de cierta masa a cierta distancia y a cierta velocidad venciendo fuerzas opuestas, como la fricción, la gravedad u otras. Como sabemos por la Física, en particular la Mecánica clásica, la energía es directamente proporcional a la masa del objeto a transportar multiplicada por dos velocidades: la velocidad del transporte y una velocidad asociada a la fuerza total que se resiste al cambio. La velocidad del transporte viene dada claramente por la distancia entre la posición inicial y la posición deseada dividida entre el tiempo en que dicha distancia se recorre. La velocidad asociada a la fuerza total opuesta al cambio viene dada por la aceleración asociada a dicha fuerza multiplicada por el tiempo del cambio. Por ejemplo, siempre según la Física, sabemos que la energía E requerida para elevar un cuerpo de masa m a una altura h por encima de la superficie de un planeta de gravedad g , en un tiempo t , es igual a la masa m multiplicada por la velocidad del cambio h / t multiplicada por la aceleración de gravedad g multiplicada por el tiempo t , o sea, $E = m \times (h / t) \times (g \times t) = m \times g \times h$. Igualmente, la energía E requerida para desplazar un automóvil de masa m a una distancia d en contra de una fricción total

f, en un tiempo t, es igual a $m \times (d / t) \times (g \times t) = m \times f \times d$. En la medida en que m es menor, la velocidad $f \times d$ puede aumentar sin que aumente la energía. Véase por ejemplo "Física Vol I: Mecánica" (Alonso and Finn 1970)

3.3.5.2. Sustitución de transporte por comunicación

La desmaterialización del intercambio permite sustituir el transporte por comunicación, y es deseable en la medida en que el valor a intercambiar no resida en la materia sino en la forma, y en la medida en que esta forma sea separable de su soporte material, comunicable y reproducible sobre materia ya existente en el lugar de la demanda, todo a menor costo que el del transporte. En ocasiones la desmaterialización no es posible sino hasta cierto grado y es necesario evaluar si aún así sigue siendo deseable. Por ejemplo, si el costo de transporte de leche al lugar de demanda es más elevado que el proceso de deshidratación / rehidratación, incluyendo sus insumos energéticos y materiales (agua), entonces será conveniente evitar el transporte de agua, transportando sólo la materia deshidratada, en el entendido de que la información, la fórmula de deshidratación / rehidratación ha sido previamente comunicada y convertida en proceso en el lugar de destino. En ese caso se está sustituyendo sólo una parte del transporte de materia por comunicación de información.

Es posible que algún día la tecnología permita no sólo deshidratar, sino desmaterializar totalmente cualquier intercambio, es decir, reducir al máximo físicamente posible toda la materia a transportar y con ella los medios de transporte, y luego, ya en el lugar de destino, rematerializar lo que así lo requiera a partir de materia, energía e información que ya se encuentre allí. En los casos en que cualquier grado de desmaterialización resulte menos costoso que el transporte, seguramente la sustitución se llevará a cabo. En esos casos se tenderá a "codificar" la materia y comunicarla en lugar de transportarla, y decodificarla finalmente al otro lado del "canal" de comunicación.

3.3.5.3. El ilustrativo caso de la moneda

Por lo pronto la desmaterialización y el consiguiente ahorro en costos de intercambio ha alcanzado altos grados en casos como el de la moneda (ver "*The Dematerialization of Money: Facts and Consequences*" (de Boissieu 1998)). Desde su aparición en el mundo, lo que originalmente fue concha marina o metal precioso se ha venido desmaterializando y recientemente se ha sustituido en gran medida por código, por información. No extraña que la evolución histórica de la moneda se corresponda con la del procesamiento de la información en general. A muy grandes rasgos, podemos advertir la correspondencia entre la invención de la escritura y la de la moneda; entre la invención de la imprenta y la del billete impreso; entre la invención de las máquinas electrónicas de procesamiento de información y la del "dinero electrónico". Hoy, el "dinero electrónico" fluye prácticamente indiferenciado de cualquier otra información, por las redes de datos de todo el mundo. Lo que alguna vez diferenció al dinero de cualquier otra información fue su particular apego al soporte material. Desprovisto de esta particularidad, el dinero es información. Narraremos seguidamente esta historia que se continúa en nuestros días, como ejemplo vivo de un proceso de desmaterialización o, si se prefiere, de informatización, cuya pertinencia para este trabajo se apreciará sobre todo en las secciones finales del mismo.

Desde que la gente (por las ventajas de seguridad, de formalidad y de facilidad de transacción) comenzó a depositar su dinero en los bancos en lugar de mantenerlo en sus casas, la información sobre dinero la proveen principalmente los bancos. Mucho más si consideramos que los bancos, mediante una autorización general del cliente, suelen efectuar movimientos sobre su cuenta (como recibir depósitos e incluso efectuar cargos) sin que el cliente se entere en el momento. De modo que el cliente sólo puede disponer de su dinero en la medida en que esté informada por el banco del movimiento de sus cuentas. No puede, por ejemplo, disponer de unos fondos de los cuales desconoce su existencia. En un momento dado puede creer, por desinformación, que dispone de una cierta cantidad de dinero que realmente no tiene y girar contra ella incurriendo en faltas a las normas. El no contar con la información bancaria sobre su dinero es, a fines prácticos, como no tenerlo. Seguramente debido a esto, el *CitiCorp* utilizó una vez como slogan publicitario:

"La información acerca del dinero es tan importante como el dinero mismo" ¹⁶

¹⁶ Véase "*The future of money*" Bass, T. A. (1996). The future of money. *Wired*. 4.).

Pero hasta hace apenas dos décadas la forma de obtener información sobre dinero era esperar pacientemente por el correo tradicional o trasladar personal a una sucursal del banco en horas de oficina y solicitar a través de un formulario el saldo de la cuenta y las últimas transacciones. Este "papeleo" consumía considerable tiempo y esfuerzo tanto del cliente como de la institución y a pesar de ello, la información a menudo no se obtenía oportunamente. Frecuentemente la falta de información oportuna conducía a malos entendidos entre el banco y el cliente, lo que deterioraba sus relaciones y redundaba en gastos por parte de ambos. Problemas estos que se agravaban especialmente en el caso de empresas con numerosas y muy movilizadas cuentas en diferentes bancos. Tales clientes apenas podían contar en un momento dado con una disponibilidad estimada por cada cuenta. Lo que dificultaba o encarecía la toma de decisiones sobre el flotante y causaba a menudo el desaprovechamiento de oportunidades. Era cada vez más evidente que sólo contando con información instantánea se podía disponer del dinero instantáneamente.

Al comenzar a aparecer las primeras soluciones informáticas para el manejo de dinero, para muchas instituciones bancarias se hizo evidente que muy pronto el no ofrecer este tipo de soluciones, o quedar en desventaja respecto a otras instituciones en ese sentido, generaría tanta insatisfacción en sus clientes como si la institución fallase en operaciones elementales como el pago de cheques por taquilla. Dijo Charles Forbes, vicepresidente del *Chemical Bank*:

"Es mucho más fácil mover dinero en forma de electrones que en forma de papeles" ¹⁷

Al surgir las primeras aplicaciones de la informática y las telecomunicaciones para el manejo del dinero, se conoció como Transferencia Electrónica de Fondos (EFT, por sus siglas en inglés) al conjunto de métodos y dispositivos por los que se transmite información referente a dinero de un lugar a otro por medios electrónicos. Era de esperar que la modalidad resultara más veloz y económica a mediano y largo plazos, que los métodos tradicionales. Se esperaba que mientras tanto la mayor parte de las pequeñas transacciones seguirían realizándose con dinero en efectivo, es decir moneda y billete. Era evidente también, que mientras más incómodo resultara para el público retirar monedas y billetes del banco, el monto de tales retiros tendería a ser mayor, lo que implicaba que habría mayor cantidad de reservas de efectivo en poder del público. Es por ello que las instituciones financieras tendieron a facilitar el retiro de efectivo fraccionario por parte del público. Así, las instituciones bancarias tendieron a sustituir las tradicionales taquillas, abiertas exclusivamente en horas de oficina, por Cajeros Automáticos (ATM, por sus siglas en inglés), convenientemente ubicados en los centros de comercio y accesibles las 24 horas del día los siete días de la semana. Análogamente, en el caso de abonos de dinero en efectivo se observaban las mismas tendencias.

Las máquinas expendedoras de dinero o cajeros automáticos resultaban costosas y debían estar conectadas "en línea" con el computador central del sistema bancario al que pertenecían. Para cumplir con su cometido, debían existir en gran número y cubrir una amplia geografía, por lo que requirieron un amplio tendido de "líneas muertas". Por estas razones los ATM comenzaron a ser rentables sólo en la medida en que eran compartidos por un mayor número de instituciones bancarias. Así, el que dos instituciones diferentes colocaran sendos ATMs, uno al lado del otro, duplicaba su costo sin duplicar su efectividad para cada una de ellas.

Pronto se desarrollaron las Redes de Transferencia Electrónica de Fondos. Son redes interconectadas en línea que unen a los computadores principales de varios bancos. A través de ellas, cualquier banco puede darle instrucciones a otro banco de transferir de sus cuentas a otras cuentas. De esta forma la transferencia de fondos interbancaria se agilizó enormemente obteniendo los bancos afiliados y su clientela un mayor rendimiento sobre el dinero que se debía transferir de un banco a otro. La efectividad de la red dependía directamente del número de bancos afiliados. Ejemplos de estas redes mundiales son SWIFT y CHIPS.

También se comenzó a extender el uso de los Terminales Electrónicos de Puntos de Venta (POS, por las siglas en inglés), útiles solamente en lugares donde se efectuaban un gran número de transacciones por unidad de tiempo, como establecimientos comerciales. A diferencia de los ATM, estos no pueden servir a todo un centro comercial sino a una sola tienda y aún más, a una sola caja de este establecimiento. Claro está que estos terminales resultaban en varios ordenes de magnitud más económicos que los ATM. Su costo y complejidad dependían de si estaban o no en línea y de si utilizaban tarjetas de crédito o débito.

¹⁷ En "*A History of money from ancient times to the present day*" Davies, G. (2002). *A History of money from ancient times to the present day*, Cardiff: University of Wales Press.).

En forma similar a los ATM, si los terminales electrónicos de puntos de venta estaban afiliados a un sólo banco o sistema financiero, se hacía evidente que el número de personas que lo podían utilizar se reducía. Y el tener dos terminales electrónicos de punto de venta de dos circuitos diferentes en el mismo punto de venta, implicaba que un aparato no se usaría mientras el punto de venta realizaba una operación con el otro circuito. Aquí era aún más evidente la pérdida en la duplicación de esfuerzos ya que la duplicidad no atraía ni satisfacía una mayor demanda del servicio.

Para poder eliminar la necesidad de estar en línea constantemente con los computadores principales de las instituciones bancarias, se desarrollaron las tarjetas electrónicas de crédito y las tarjetas electrónica de débito. Estas se presentan bajo la forma de una tarjeta plástica conforme a las normas ISO de las tarjetas bancarias -es decir, tipo Visa o Master Card- pero constituían de hecho una auténtica pequeña computadora de bolsillo con una memoria propia que registraba las transacciones. La tarjeta sería cargada inicialmente en el banco con una cierta cantidad de dinero que era inmediatamente retirada de la cuenta del tarjeta-habiente. El tarjeta-habiente podría ir utilizando su dinero a medida que descargara la tarjeta en los ATM o en los terminales electrónicos de punto de venta.

Este sistema poseería las siguientes características: no requeriría de infraestructura de comunicaciones; el dinero cargado en la tarjeta podría recibir algún tipo de interés; si se extraviara la tarjeta el que la hallase no podría utilizarla y el que la perdiese podría recuperar su dinero después de un tiempo preestablecido. Este periodo de tiempo es el que tendría la tarjeta indicado para bloquear cualquier transacción posterior por legítima que sea, más el que tomaría el banco para verificar las transacciones en todos los ATM y POS que estuviesen en el circuito dentro o fuera de línea.

Para los casos en que se requiriese una comunicación esporádica con el banco, sea para consultar o para dar instrucciones de pago u otras, se podían utilizar los Equipos de conexión eventual. Estos eran los terminales o computadores que se conectan eventualmente a la red por vía telefónica. Este fue considerado como el sistema de mayor versatilidad entre los mencionados, ya que podían realizar cualquier tipo de transacción, excluyendo la "materialización" del dinero, desde cualquier punto conectado a la red telefónica mundial. En el caso de tratarse de computadores, permitían al usuario el proceso anterior y posterior de toda la información enviada y/o obtenida en la conexión, además de reducir los tiempos de conexión, permitiendo una descongestión de las líneas telefónicas y de los computadores centrales.

La verdadera popularización a escala mundial de la informatización del dinero tuvo lugar con la rapidísima difusión de la Internet a partir de la segunda mitad de la década del 1990. Muchos de los sistemas antes mencionados fueron rebasados por las nuevas posibilidades asociadas a la Internet, o bien superaron parte de sus anteriores limitaciones, o al menos dejaron de ser islas de información. No sólo se interconectaron entre sí sino que intercambiaron sus respectivos públicos, aumentando considerablemente el alcance de cada uno. La Internet se convirtió en soporte común del intercambio de información y con ello, del intercambio de valores, incluyendo el dinero. (Véase por ejemplo *“Monetary Innovation in Historical Perspective: Why Revolution always Boils Down to Evolution”*, *“Cybercash: The Coming Era of Electronic Money”* (Guttman 2003)).

3.4. CONCLUSION

3.4.1. Información y evolución

Una forma o fórmula química le permitió a una porción de materia reproducir o copiar esa forma en otras porciones, mediante una reacción química. Luego, diferentes mutaciones aleatorias, “errores de copiado”, dieron origen a fórmulas de distinta capacidad autoreproductora, reproduciéndose más y por lo tanto prevaleciendo las más capaces. Esta evolución de la forma inicialmente genética generó luego la información neural, el conocimiento y las diferentes culturas que hoy siguen pugnanando por el control de más materia y energía.

3.4.2. Dimensiones de la información

De modo similar al que hablamos de las dimensiones materiales o físicas (volumen, masa etcétera), podemos hablar de las dimensiones informacionales conocidas como sintáctica, semántica y pragmática. Una forma es más pragmática en la medida en que causa más cambios o transformaciones en la materia y la energía. Es semántica en la medida en que se relaciona con

otras formas. Es sintáctica en una medida independiente de sus relaciones con la materia y la energía o con otras formas.

3.4.3. Copia y economía de la información pragmática

Al igual que la materia y la energía, cuando la forma es transferida se añade al destino pero a diferencia de ellas, no se resta del origen. Es así que cuando una persona da una moneda a otra deja de tenerla pero cuando le da información sigue teniéndola. Esto a primera vista implicaría que la información no está sujeta a escasez y que por lo tanto carece de valor económico. Pero si bien éste puede ser el caso de la información predominantemente sintáctica e incluso semántica, no es el de la información pragmática.

Mientras aumente la demanda por controlar cada vez más materia y energía, aumenta la demanda de conocimiento sobre cómo hacerlo, la demanda de información pragmática. Y a medida que se satisface esta demanda al menos dos condiciones necesarias para ello se hacen escasas: la capacidad de transferencia de información y la capacidad de generación y prueba de nueva información. En ambos casos existen limitaciones humanas, materiales, económicas y legales. Los humanos tenemos límites en la velocidad en que podemos comunicar, generar y probar información; los canales de comunicación tienen limitaciones físicas; y los costos de generar y probar información imponen restricciones económicas y legales a su difusión.

De manera que la información pragmática es un recurso escaso y representa por lo tanto un valor económico.

4. EL CONOCIMIENTO COMO OBJETO INFORMACIONAL

4.1. INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología, con sus instrumentos, parecen permitir a la información cerebral lo que ésta permitió a la información genética, es decir, complementarse, ampliar sus límites. Es éste el caso de la ingeniería informática. Ver por ejemplo "*Cyberspace and the American Dream: A Magna Carta for the Knowledge Age*" (Dyson, Gilder et al. 1994), "*The Third Wave: The Classic Study of Tomorrow*" (Toffler 1981). La informática potencia nuestro conocimiento, nuestra información cultural y con ella nuestro control y aprovechamiento del entorno, de la materia y la energía. Quizá nos permita replantearnos metas todavía inalcanzables para nuestro nivel de conocimiento, como la fusión nuclear controlada, entre otras (ver "*Collapse of an Industry: Nuclear Power and the Contradictions of US Policy*" (Campbell 1988), "*In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power*" (Zuboff 1988), "*A Dialogue on Chemically Induced Nuclear Effects. A Guide for the Perplexed about Cold Fusion*" (Hoffman N 1995)). Pero también permitirían al humano mejorar directamente la fórmula genética, como es el caso de la ingeniería genética (ver "*Directed molecular evolution*" (Joyce 1992), "*The Code of Codes: Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*" (Kevles and Hood 1992), "*The Human Body Shop: The Cloning, Engineering, and Marketing of Life*" (Kimbrell 1997), "*Cultural Causes of Genetic Change*" (Livingstone 1980), "*An Introduction to Genetic Engineering*" (Nicholl 1994), "*Playing God: Genetic Determinism and Human Freedom*" (Peters 1997), "*Redesigning Humans: Our Inevitable Genetic Future*" (Stock 2002)).

Estos pasos de la ciencia confrontan, como todo paso evolutivo, presiones encontradas del entorno. Son fuertemente presionados hacia delante por un gran apremio y detenidos por dos grandes dificultades.

La primera dificultad es una largamente evolucionada conducta de desconfianza ante cambios que se perciben vertiginosos desde los más variados puntos de vista. Una dramatización clásica es "1984" (Orwell 1949). La estructura de dicha actitud se revela en el célebre "*The Structure of Scientific Revolutions*" (Kuhn 1970). Una divulgación reciente sobre el tema es "*Future Shock*" (Toffler 1984)". Ver también, entre otros, "*The Control Revolution Technological and Economic Origins of the Information Society*" (Beniger 1986), "*The New Genesis: Theology and the Genetic Revolution*" (Cole-Turner 1993), "*Fictions of Nuclear Disaster*" (Dowling 1987), "*Dangerous Diagnostics: The Social Power of Biological Information*" (Nelkin and Tancredi 1989), "*Biological science and the roots of Nazism*" (Stein 1988).

La segunda dificultad está en los obstáculos técnicos y la consiguiente incertidumbre sobre la viabilidad. El tema es tratado en obras como "*Too Hot to Handle*" (Close 1990), "*Unjustified variation and selective retention in scientific discovery*" (Campbell 1974), "*Eugenics and utopia (Three Decades of Daedalus Issue)*" (Smith 1988), entre otras.

El apremio viene dado por una eventual escasez de energía o su agravante, el ambientalmente insostenible ritmo mundial de explotación de hidrocarburos. Ver por ejemplo "*Oil Dependency: A Major Concern*" (Abraham 2002), "*U.S. Dependence on Foreign Oil Will Continue*" (Larson 2002), "*Ending oil dependency*" (Plesch 2001), "*Oil Diplomacy: Facts and Myths Behind Foreign Oil Dependency*" (Yergin 2002), "*Powershift: Knowledge, Wealth, and Violence at the Edge of the 21st Century*" (Toffler 1991).

La valoración del conocimiento por parte de los mercados, y con ello la orientación de las inversiones y objetivos de gerencia (ver por ejemplo "*Post-Capitalist Society*" (Drucker 1993), "Los imperios del futuro serán los imperios de la mente" (Enríquez 2002), "*The strategic analysis of intangible assets*" (Hall 1992), "*The Leader's New Work: Building Learning Organizations*" (Senge 1990)) parece oscilar entre una respuesta de oferta ante la evidente demanda debida al apremio energético, y una respuesta de inhibición ante la desconfianza y la incertidumbre.

En esta sección veremos pormenorizadamente cómo lo que llamamos Conocimiento es un objeto informacional muy evolucionado y en tanto tal, una forma tendente a la reproducción genética y cultural. En el sentido más amplio, veremos el conocimiento como un poderoso instrumento de producción.

4.1.1. El conocimiento como "forma de hacer"

“Forma de hacer” es quizá la connotación más profunda de “conocimiento”, rescatada por la moderna expresión “*Know how*”. En efecto, “tener la forma de hacer” o “tener la forma para hacer” remite a una cualidad primordial de cualquier trozo de materia o manifestación de energía independientemente de que el “para” implique o no intencionalidad. Por ejemplo, un trozo de plomo puede “tener la forma” redondeada; una emisión de energía puede “tener la forma” de tal onda. Ahora bien, como una forma redondeada le permite al trozo de plomo rodar más fácilmente que si tuviera una forma angulosa, podemos decir que la expresión “tener la forma redondeada para rodar” es un caso especial de la expresión “tener la forma para hacer”

Cuando la expresión connota intencionalidad, implica la posesión por parte de un sujeto de la forma de, la manera de, el cómo alcanzar un objetivo. Alude a la forma de actuar, de comportarse o moverse para ello. La intencionalidad suele referirse a un individuo o colectivo humano pero puede aludir también a otras especies animales y máquinas programables, cuyo programa o software es precisamente su “forma de hacer”, o bien, la información o formato según el cual la máquina debe actuar. En este caso se supone que el sujeto último sigue siendo un humano y que la máquina, por muy programable, no es sino su instrumento, a menos que se admita la existencia de una máquina completamente ‘autónoma’ respecto a los humanos. Pero este tema escapa al objetivo de esta tesis.

La intención humana y de cualquier especie biológica es en el fondo “crecer y multiplicarse, poblar la tierra y dominarla” (Gn, 1, 28) por lo que esta expresión bíblica no deja de aludir a un fenómeno anterior a la humanidad: la reproducción, iniciada con la división de la macromolécula ADN. Cuando decimos que el ADN contiene el código o información genética estamos diciendo que contiene la fórmula, la forma de la producción, reproducción y mutaciones evolutivas de la materia biológica, la forma de hacer organismos biológicos, es decir, otro caso especial de la expresión “la forma para hacer algo”. Podemos decir que el ADN es un precursor biológico del *know how*. Es una forma precursora de la forma humana de “crecer y multiplicarse”, una forma que a través de sus mutaciones evolutivas generó el sistema nervioso central, dando lugar finalmente a un por parte de organismos biológicos, de la información neurocerebral, el conocimiento, la cultura. De manera que el *know how* o “forma de hacer algo” puede entenderse como una forma muy evolucionada de crecer y multiplicarse, crecer y multiplicarse no sólo biológicamente sino también cultural y por lo tanto social y económicamente. Así como la forma redondeada permite a cierta materia rodar, la fórmula genética le permite reproducirse y la información cerebral le permite hacerlo en toda la extensión humana del término.

Ya hemos afirmado que lo que se reproduce -con o sin intervención de otra entidad- y eventualmente “crece y se multiplica”, no es la materia ni la energía. Cuando decimos que reproducimos una esfera de plomo, lo que hacemos es copiar la forma de una porción esférica de plomo sobre otras porciones de plomo preexistentes. De modo que si antes había una sola esfera ahora hay dos. Lo mismo ocurre cuando reproducimos un sonido: copiamos la forma de las ondas originales sobre otra fuente de energía sonora, de manera que si antes sonaba una vez, ahora suena dos veces. Pero la cantidad de materia o energía, antes y después de cambiar de forma, es la misma. Tal como lo recoge el primer principio de la termodinámica, la cantidad total de materia-energía del Universo no crece ni se multiplica, se asume constante. Lo que sí ocurre, como también lo dice la termodinámica, es, precisamente, que la materia y la energía cambian de forma, se transforma. Cuando nace un humano, no se incrementa la cantidad de materia ni energía del Universo, sólo se incrementa el número de veces en que la forma humana se ha reproducido sobre esa materia y energía. Y cuando ese humano se alimenta y crece y se multiplica, más materia y energía preexistente recibe la forma humana. Cuando el humano construye casas e instrumentos para hacer más humanos y más cosas para los humanos, está igualmente plasmando formas favorables a los humanos sobre la materia y energía preexistente.

De manera que el conocimiento o *know how*, es la forma que tienen en particular los humanos para transformar –dar nueva forma- a la materia y energía de su entorno, imponiéndole, plasmándole, proyectando o reproduciendo en ellas sus formas humanas y pro-humanas, en fin, creciendo y multiplicándose a costa del entorno (aunque no sin el riesgo de hacerlo mal o incurriendo en excesos que terminen revirtiéndose en contra, como las recientes alertas ambientales parecen indicar).

Siendo la evolución una consecuencia de a) mutaciones reproductivas al azar y b) la mayor tasa de reproducción de las mutantes que mejoran su capacidad reproductiva, entonces, al afirmar que lo que se reproduce no es la materia ni la energía sino la forma, estamos afirmando que lo que evoluciona no es la materia ni la energía sino la forma. Desde formas simples que permitieron a la materia y la energía hacer cosas simples (como la forma redondeada, que le permitió rodar), pasando por la fórmula –o forma compacta- de la macromolécula ADN, que le permitió

reproducirse; la representación neurocerebral de las formas del entorno –información neurocerebral-, que le permitió crecer y multiplicarse a costa de él, hasta la información cultural, científica o tecnológica que le permitió hacerlo a la manera humana. Forma, fórmula genética, información neurocerebral, cultural, científica o tecnológica; *know how* y toda una serie de objetos que en este trabajo llamamos ‘objetos informacionales’ o, más simplemente, información, son pues capaces de incidir determinantemente, al menos dentro de un proceso de reproducción, o más simplemente, de producción, en el comportamiento y evolución de la materia y la energía sobre la que se reproducen o actúan. Hablamos pues, en términos generales, de la incidencia de la información en el producto. Un caso particular sería el efecto del conocimiento o *know how* en la producción y la productividad, digamos.

De modo que el conocimiento o *know how* puede ser entendido como una forma muy evolucionada de la materia y en especial, como información que incide en el producto y su reproducción. Veremos que este concepto de conocimiento arroja luz sobre algunos de los callejones hoy más oscuros de la Gerencia del Conocimiento. Este enfoque nos permite situar el conocimiento bajo el instrumental teórico con que hoy se estudia la información y en especial la información pragmática, contribuyendo a aclarar las discusiones sobre si el conocimiento es o no más que “simple información”; si como información es transferible o no de un humano a otro o de un humano a una máquina; cuán transferible sería y otros asuntos estrechamente relacionados con este tema, muy debatidos hoy en ámbitos de Gerencia del Conocimiento y demás disciplinas que hacen del conocimiento objeto de estudio, incluyendo a la Filosofía del conocimiento.

4.2. EL SUJETO DEL CONOCIMIENTO

El sujeto del conocimiento es el sujeto del verbo conocer y por lo tanto cualquier ente del que decimos que tiene información sobre un objeto. Frecuentemente esto significa que tiene la información necesaria para aproximarse a un objetivo o fin. En la entrada “sujeto / objeto” del Diccionario de Filosofía Herder (Cortés Morató and Martínez Riu 1991), encontramos:

“... La teoría del conocimiento racionalista de Descartes hace del sujeto, el «yo pienso», o la razón humana reflexiva, el punto de partida de todo conocimiento, inaugurando así la distinción entre «sujeto que conoce» y «objeto conocido». Esta distinción se atenúa en Kant porque «el sujeto que piensa» sólo se conoce a sí mismo como objeto empírico, y por lo mismo como fenómeno, y no como sujeto o yo último, como cosa en sí, por lo que queda desconocido: es el llamado yo trascendental. Este yo, sin embargo, que no puede ser conocido sino sólo afirmado o pensado, es la condición necesaria de todo acto de conciencia: hace posible toda experiencia en cuanto él mismo constituye toda condición (lógica) a priori de la experiencia; ésta es construcción del sujeto, y hay objetos porque hay sujeto. Más allá de la experiencia, la cosa en sí resulta desconocida. El idealismo alemán, al eliminar la cosa en sí haciendo del sujeto un principio creador, constituye al sujeto en origen absoluto del objeto conocido; sujeto y objeto en identidad total.”

En la entrada “objeto” del DRAE (DRAE 2001) encontramos estas dos acepciones:

“1. m. Todo lo que puede ser materia de conocimiento o sensibilidad de parte del sujeto, incluso este mismo.”, “4. m. Fin o intento a que se dirige o encamina una acción u operación.”.

En la misma entrada de El Pequeño Larousse Interactivo (Larousse / Sánchez Mora 1999) tenemos:

“5. FILOS. Aquello que se percibe o se piensa, y que se opone al ser pensante, o sujeto.”

En la sección “3.1.6. El objeto informacional como sujeto de la evolución” mostramos la lógica incidencia de la definición de un sujeto en la determinación de si es o no sujeto de la evolución. Algo similar ocurre en la determinación de si es o no sujeto del conocimiento. Siendo este caso central para el presente trabajo, se nos impone establecer al menos para los efectos de éste una línea definitoria.

4.2.1. Tres condiciones definitorias

Para nuestros efectos, un ente que 'conoce' o que es sujeto del conocimiento posee de manera integral todas las dimensiones de la información, como los entes referidos bajo el título “3.2.4.6. Objetos informacionales integrales”, de este trabajo. Más aún, para efectos de expresividad, tomaremos del subtítulo “Organización en general, sistema socio-político” la identificación allí establecida entre las dimensiones de la información y los poderes del Estado moderno.

Diremos pues que un ente 'conoce' o es sujeto del conocimiento en la medida en que cumple las siguientes condiciones, expresadas de manera sinóptica:

Condición	Descripción
Sintáctica o Legislativa	Poseer la capacidad de recibir al menos una forma (fórmula, modelo, información) inducida o “inspirada” por el entorno y transformarla, con variantes erráticas también inducidas por el entorno o generadas internamente, y convertirlas en señales de activación de movimientos de un cuerpo material.
Pragmática o Ejecutiva	Poseer un soporte o cuerpo material capaz de ejecutar una gama de movimientos que corresponden de manera no determinista pero sí con una probabilidad en promedio mayor que el azar, a las señales de activación.
Semántica o Judicial	Poseer la capacidad de registrar en el soporte material el resultado de la ejecución de las variantes y asignarles según su logro un orden de preferencia para volverse a ejecutar (de modo que las menos exitosas queden con la menor posibilidad de volverse a ejecutar).

Tabla 2

4.2.2. Los objetos autoproducidos como sujetos del conocimiento

La condición semántica establece una diferencia definitoria entre el conocimiento y la evolución biológica o, más precisamente, entre la selección cognitiva y la selección genética natural: esta última implica la supervivencia o extinción del linaje del organismo que porta la forma a seleccionar, mientras que la selección cognitiva sólo requiere la repetición o supresión de una variante del comportamiento de su soporte material, sin la necesaria extinción de éste. En otras palabras, el soporte o cuerpo material del sujeto de la evolución genética son todos los organismos de cada especie, mientras que el del sujeto del conocimiento, al menos del conocimiento individual, puede ser cada organismo o cada soporte material individual, independientemente de que también pueda serlo un grupo de ellos u organización que comparta el conocimiento. Dicho aún de otro modo: la selección genética natural debe “matar” a todos los individuos de una especie para descartar a ésta, mientras que la selección cognitiva debe “matar” todos los comportamientos de un individuo para descartar a éste. Mientras alguno de sus comportamientos subsista, subsiste el individuo así como mientras subsiste un individuo subsiste la especie. De modo que mientras la selección genética natural opera, por así decirlo, desde fuera o por encima del individuo, la selección cognitiva opera desde dentro y hacia su interior.

Ahora bien, no todos los organismos biológicos cuentan con selección cognitiva, es decir, con selección propia de sus comportamientos. En general esta facultad está asociada a la presencia de un sistema nervioso central y es este sistema el que establece la gran línea definitoria para efectos del presente trabajo. No obstante, ocasionalmente admitiremos como excepciones o complementos, otros sistemas que cumplen funciones parcialmente equivalentes o complementarias a las del sistemas nervioso central, como el sistema inmunológico, el sistema endocrino y algunos sistemas de organismos microscópicos y de organismos vegetales.

De modo que entre los objetos autoproducidos, en general sólo los organismos con sistema nervioso central cumplen con la condición semántica.

En lo que respecta a las condiciones sintáctica y pragmática, es obvio que también las cumplen. En efecto, los organismos autoproducidos con sistema nervioso reciben la fórmula de su propia reproducción genética –genotipo- que fija ciertas pautas neuronales, de las que el organismo genera variantes erráticas que a su vez se transforman en señales de activación del repertorio de conductas, comportamientos o movimientos corporales.

4.2.3. Los objetos no autoproducidos como sujetos del conocimiento

Algunos artefactos cumplen también con las tres condiciones. Un misil de los llamados 'inteligentes', por ejemplo, puede realizar un conjunto de movimientos guiados por un conjunto de señales o información (condición pragmática); puede captar y guardar en su computadora información sobre su blanco (condición sintáctica); puede medir su acercamiento o alejamiento del blanco y actualizar la dirección relativa de éste aumentando la probabilidad de acierto en promedio más de lo que lo haría por azar (condición semántica). De modo que el misil llamado 'inteligente', sin ser un objeto autoreproductivo, 'conoce'.

4.2.3.1. Los objetos no autoproducidos como instrumentos de autoproducción

Ahora bien, el misil 'inteligente' es un objeto construido por sujetos autoproducidos con sistema nervioso central, por lo que éstos tenderán a inducirle sus propios objetivos; y como construirlo es un acto pragmático y los sujetos autoproducidos con sistema nervioso central cumplen con la condición semántica, podemos decir que el misil 'inteligente', en tanto producto de una ejecutoria de un sujeto autoproducido, muy probablemente cumplirá los objetivos directa o indirectamente reproductivos de su constructor, quedando así convertido en instrumento, prótesis u órgano artificial, autoproducido, de éste.

Podría alguien construir un artefacto y, por el afán de contradecir este trabajo o por algo así como 'puro amor a la libertad', 'libre albedrío' o cualquier otro motivo, incorporarle objetivos distintos a sus intereses reproductivos. Por ejemplo, podría incorporarle el objetivo de perseguir a su propio constructor y golpearlo inmisericordemente. Sin embargo, el artefacto, al hacerlo, estará cumpliendo los objetivos de su constructor, si bien aparentemente no reproductivos, ya que estará demostrando de ese modo lo que el constructor quería demostrar, lo cuál era su objetivo. Ahora bien, al demostrar lo que quería, el constructor se está afirmando en sus posiciones, está dejando registro de un éxito en la cultura y como tal éste se reproducirá con la cultura, lo cuál, aunque de un modo indirecto, si se quiere estratégico o si se prefiere, 'inconsciente', es un objetivo autoproducido. Pero en todo caso, no son relevantes para los objetivos de este trabajo las eventuales respuestas a este tipo de trampas, definiciones autoreferidas o razonamientos circulares, de los cuáles el más contundente o compacto es tal vez la afirmación 'Miento' (ya que si es verdad lo que afirmo, entonces no miento, pero lo que he afirmado es que miento...). Con independencia de ello, creo que está suficientemente claro el punto de que el producto de un sujeto autoproducido es con alta probabilidad un instrumento de autoproducción de otro objeto.

4.2.3.2. Instrumentos de autoproducción que no 'conocen'

Un jarrón es un instrumento de autoproducción. Permite contener y verter fácilmente líquidos alimenticios, entre otras funciones. Pero difícilmente podemos decir que 'conoce'. Puede que en él estén grabadas, quizá como adorno, leyes u objetivos sintácticos. Pero no cumple con la condición pragmática ni con la semántica: si está adornado con la ley de Moisés, por ejemplo, no es capaz de efectuar un movimiento ejecutorio de la misma ni menos puede modificarla con significado sobre sus futuras ejecuciones. Como éste, muchos productos de la cultura humana fallan en al menos una de las condiciones de un sujeto del conocimiento, por lo que a pesar de ser instrumentos de autoproducción, como lo es el misil 'inteligente', no son sujetos del conocimiento.

4.2.4. Objetos que no son autoproducidos ni instrumentos de autoproducción

Es un objeto autoproducido, como hemos visto, cualquier organismo biológico u organización de ellos, desde los más primitivos en términos evolutivos hasta nuestras organizaciones sociales actuales y previsibles. Es, con alta probabilidad, un instrumento de autoproducción, cualquier objeto construido por un objeto autoproducido. Fuera de estos objetos están los objetos químicos no biológicos, los objetos subatómicos, los objetos astronómicos y, aunque no es seguro que el verbo "estar" sea aplicable, los objetos metafísicos.

4.2.4.1. Las sustancias químicas no biológicas

La fórmula autoproducida que dio origen a la vida y la evolución en la Tierra es la de un ácido bastante complejo, una macromolécula. No tenemos noticia y nos costaría mucho explicarnos un sujeto del conocimiento más simple, como una macromolécula relativamente sencilla; y menos una molécula, un átomo o una partícula subatómica. Cada sustancia química no biológica es sin duda el soporte material de su propia fórmula química (como H₂O). Podríamos admitir que esta fórmula conforma su ley u objetivo sintáctico. Difícilmente pueda ser soporte material de otro objetivo sintáctico, a menos que se trate de una molécula alterada por acción de un sujeto autoproducido, en cuyo caso sería un instrumento de autoproducción. También podríamos admitir que el repertorio de posibles reacciones químicas de una sustancia conforman su repertorio pragmático o ejecutivo. Ahora bien, si al reaccionar químicamente con otras sustancias se transforma en una sustancia diferente, entonces o bien es un instrumento de autoproducción de otro sujeto, o deja de cumplir con la condición semántica ya que no registra en su soporte material una variante de la forma original sino que se transforma por completo en dicha variante. Si no se transforma en otra sustancia y aumenta en cantidad, se trata de un objeto autoreproductivo. Si no se transforma en otra sustancia y no aumenta en cantidad, a lo sumo podríamos calificar sus acciones de reacción homeostática ante una alteración causada por su entorno, y esta reacción difícilmente cumpliría con la condición pragmática, porque de manera determinista conduce al

mismo objetivo. De modo que una sustancia química a) es autoprodutiva, b) es un instrumento de autoproducción de otro sujeto o c) no es sujeto de conocimiento.

4.2.4.2. Los átomos y partículas subatómicas

Un átomo se diferencia de otro solamente por su número de electrones y protones, como bien consta en la Tabla Periódica de los elementos. De modo que la “fórmula” de un átomo puede expresarse como un número entero, correspondiente al número de electrones que orbitan alrededor de su núcleo. Así, el número 1 corresponde al Hidrógeno y el 118 al último elemento identificado o sintetizado a la fecha, el gas Ununocium. Al igual que las sustancias químicas no biológicas cada átomo es el soporte material de su propia fórmula. Y podríamos admitir que esa fórmula conforma el objetivo de la condición sintáctica. Difícilmente pueda ser soporte material de otro objetivo, a menos que se tratase de un átomo excitado por acción de un sujeto autoprodutivo, en cuyo caso sería un instrumento de autoproducción. También podríamos decir que el repertorio de posibles reacciones de un átomo a radiaciones conforman su repertorio pragmático o ejecutivo. Ahora bien, no parece que exista el caso de un átomo que construya con partículas subatómicas otro átomo como él. No se podría hablar pues de autoreproducción atómica. Por otra parte, si al reaccionar a una radiación el átomo se transforma en un átomo diferente, entonces o bien es un instrumento de autoproducción de otro sujeto, o deja de cumplir con la condición semántica ya que no registra en su soporte material una variante de la forma original sino que se transforma por completo en dicha variante. Si no se transforma en otro átomo, a lo sumo podríamos calificar sus acciones de reacción homeostática ante una radiación, y esta reacción difícilmente cumpliría con la condición pragmática, porque conduce determinísticamente al mismo objetivo. De modo que un átomo y con mayor motivo cualquier partícula subatómica a) es un instrumento de autoproducción de otro objeto o b) no es sujeto de conocimiento.

4.2.4.3. Los objetos astronómicos

De los objetos astronómicos sólo podemos decir que como tales, obedecen a una fórmula primaria, aparentemente inseparable de una de las fuerzas fundamentales del Universo, la gravedad, por la que si bien los astros más masivos atraen y parecen tragarse a los menos masivos, no cabría afirmar que unos se reproducen a costa de otros. La “fórmula” astronómica de un astro solo se diferencia de la de otro por la intensidad de su gravedad, es decir, por su cantidad de materia o masa. La diferencia entre una estrella y un planeta, por ejemplo, es que la estrella acumula la suficiente materia para que, por pura presión gravitatoria sobre su materia mas interior, los átomos de ésta colapsen, es decir, liberen su energía nuclear. De modo que cuando un astro se traga a otros no hay transformación de sustancias o materiales, no hay autoproducción, sino acumulación de materia. Por lo demás, podemos decir prácticamente lo mismo que de un átomo, reemplazando el término radiación por gravitación. De modo que un objeto astronómico a) es un instrumento de autoproducción de otro objeto –aunque no tenemos noticias de ningún objeto capaz de hacer de todo un astro su instrumento de autoproducción, con excepción de sus propios habitantes- o b) no es sujeto de conocimiento.

4.2.4.4. Los fluidos y el demonio de Maxwell

Los fluidos bajo ciertas condiciones exhiben formas como las llamadas estructuras disipativas (véase “*Self-organization in nonequilibrium systems*” (Prigogine and Nicolis 1977), que parecerían cumplir con las tres condiciones de un sujeto del conocimiento. Sin embargo todas sus acciones se encaminan al mantenimiento de su estructura por lo que pueden entenderse como una reacción homeostática dinámica y esta reacción no cumple con la condición pragmática porque conduce determinísticamente (aunque en algunos casos no linealmente) al mismo objetivo. Además, para alcanzar su forma y reproducirla en el tiempo, requieren de un suministro de energía externo, que ellas no son capaces de tomar de su entorno por sí mismas, por lo que no son objetos autoprodutivos. Con todo, cierto comportamiento de los fluidos que siguen a un impulso inicial, han dado lugar a la fantasía de un movimiento perpetuo, autosostenido. Una de las más elaboradas de estas fantasías es el llamado Demonio de Maxwell (véase por ejemplo “*Demonios, motores y segunda ley*” (Bennet 1988) o bien la obra que más ha profundizado al respecto “*Über die Entropieverminderung einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen*” (Szilard 1929)). Sea un recipiente dentro del que puede desplazarse un émbolo o tabique que lo divide inicialmente en dos compartimentos iguales, sólo conectados entre sí a través de una válvula de tamaño molecular en el centro del tabique. Si se inyecta la misma cantidad de un gas en cada compartimento, a la misma temperatura, la presión del gas sobre cada lado del tabique será igual y éste no se moverá hacia ninguno de los dos lados. Supongamos que la válvula es activada por

un mecanismo tal que es capaz de detectar las moléculas de gas del lado izquierdo cuya velocidad es mayor que la del promedio, dejándolas pasar al lado derecho. No así de derecha a izquierda. Pronto habrá más moléculas y más rápidas del lado derecho, con lo que la presión del gas de derecha a izquierda sobre el tabique será mayor que de izquierda a derecha. Esta diferencia de presiones o de potencial termina por desplazar al tabique hacia la izquierda. Luego, si se invierte todo el mecanismo, el tabique se desplazará a la derecha, y así sucesivamente. Tenemos por lo tanto un motor que, en lugar de combustible, se mueve por conocimiento: la capacidad de la válvula de reconocer las moléculas más rápidas. Sería una máquina perpetua, puesto que el conocimiento, a diferencia del combustible, no se quema, no se degrada, no se pierde y por lo tanto puede usarse una y otra vez, sin nuevo suministro, sin "llenar el tanque" periódicamente. Esta válvula inteligente, llamada Demonio de Maxwell, sería, como el misil, un sujeto del conocimiento e instrumento de autoproducción. Sólo que no funciona. Porque para conocer la velocidad de cada molécula el demonio debe percibirla dejándose golpear por ella, iluminándola o de cualquier otro modo. Al dejarse golpear por las moléculas la válvula se movería entrando en inevitable fricción con el tabique que la sostiene, el cuál se calentaría debido a esa fricción y transmitiría a su vez el calor a las paredes del recipiente y éstas al exterior o al otro compartimiento, tendiendo a igualar de nuevo la temperatura y la presión, con lo que se perdería el efecto de separación de moléculas rápidas y lentas. Si el demonio recurre a iluminar a las moléculas, requeriría de una fuente de luz y por lo tanto de energía del exterior, debiendo "llenar el tanque" periódicamente y por lo tanto abandonando toda pretensión de máquina perpetua. De modo que el demonio de Maxwell podría ser invocado como sujeto del conocimiento en tanto llega a conocer las velocidades de las moléculas, pero no como demostración de que dicho conocimiento no requiere energía. Pierde con ello toda su fantasía y queda reducido a simple artefacto, como una simple válvula electrónica que funciona con pilas de duración limitada o conectado al enchufe de la pared, cuya corriente proviene de una combustión de hidrocarburos o material nuclear, o bien de la caída del agua previamente evaporada por el sol, a través de una turbina hidroeléctrica. No obstante el demonio establece una encantadora conexión entre la teoría de la información y la física, entre el conocimiento y la energía, que por tal sigue siendo interesante aunque reciba suministro energético externo. (Puede consultarse al respecto "*Science and Information Theory*" (Brillouin 1962)).

4.2.4.5. Objetos metafísicos

Apartando los objetos pertenecientes a las clases antes citadas, no conocemos otros objetos físicos. Ciertas religiones proponen objetos metafísicos (dioses, etc.) a los que atribuyen la capacidad de conocer, en algunos casos de conocer todo (omnisciencia). Pero más allá de la respetable fe mística en tales objetos, no existe constancia de su existencia. Con todo, definiciones no del todo religiosas o místicas del conocimiento mencionan como su sujeto conceptos inmatriciales tales como los llamados 'espíritu', 'alma' y otros, si bien cualquier definición adicional de los mismos resulta bastante vaga o confusa. Estos conceptos no cumplen, por su afirmada inmaterialidad, con la condición pragmática. Ahora, si bien esto podría descalificar a tales conceptos como sujetos del conocimiento, también podría descalificar al menos a dicha condición como condición del sujeto del conocimiento. Más que descalificar, nos interesa conciliar nuestras condiciones con conceptos más o menos aceptados del sujeto del conocimiento, como estos que por comodidad llamaremos 'espirituales' o simplemente 'espíritu'.

En secciones anteriores afirmamos que los objetos informacionales, entre ellos el conocimiento, son inmatriciales, como se afirma del espíritu, pero no afirmamos que son sujetos del conocimiento. Estaríamos dispuestos a admitir al espíritu como objeto informacional e incluso aceptarlo como otra denominación del conocimiento, si bien no como sujeto del conocimiento. La propia vaguedad del concepto de espíritu y afines nos proporciona la holgura necesaria para hacerlo.

4.2.4.6. "Espíritu", "alma" etcétera

Mediante la aplicación de energía controlada podemos en principio convertir cualquier materia en aquello que requerimos directamente para la autoproducción (hacer el mundo a nuestra imagen y semejanza, digamos), o al menos en un producto intermedio. Aplicar energía controlada requiere a su vez poder controlar fuerzas naturales, lo que se logra 1) identificando o fomentando en la naturaleza la contraposición o equilibrio de fuerzas, tal como lo hacemos al descubrir carbohidratos o hidrocarburos o al represar corrientes de agua y 2) aplicándole a esos equilibrios tensos mecanismos tales como reactivos químicos o chispas de encendido, gatillos, clavijas de tensión, válvulas, grifos, obturadores, llaves, compuertas y otros que permitan liberar, en la dirección, momento y cantidad deseadas, su tensión, es decir, desequilibrar de manera calibrada el juego de peso y contrapeso (idea ésta de la que justamente proviene la palabra 'control'). Por otra parte, mediante cadenas de tales mecanismos siempre es posible reducir a un mínimo la energía

requerida para activar la liberación de cantidades cada vez mayores de energía. Así, si bien la energía de una gran represa se libera mediante la apertura de pesadas compuertas, éstas a su vez pueden ser movidas por la liberación de la energía de un motor y éste ser encendido por una pequeña chispa que a su vez es activada por el energéticamente insignificante accionar de un mínimo botón o interruptor siguiendo una aún más imperceptible señal nerviosa de un cerebro. (Este punto está desarrollado en "Infoenergetic Systems" (Salim and Ferran-Urdaneta 1997)).

El efecto final es la amplificación de una señal prácticamente inmaterial. Decimos que un jinete o conductor tienen control o dirección sobre el caballo o la máquina porque deciden con leves gestos su velocidad y su dirección. Las palabras gobierno y cibernética provienen del griego *kibernetes* -timón-, una relativamente pequeña rueda a la que obedece todo un barco. Las palabras 'clave' o 'llave' aludieron en un comienzo a pequeños clavos o clavijas que, insertos de uno u otro modo entre dos fuerzas en equilibrio tenso, permitían liberar controladamente la tensión con pequeños avances, retrocesos o giros. Luego aludieron en general a la combinación requerida para la apertura o activación de un sistema, bien sea una combinación mecánica o material (la llave de una puerta, por ejemplo) o a una combinación simbólica o informacional ("ábrete sésamo", digamos). El uso de palabras como psique y software para designar conjuntos de señales que desencadenan procesos orgánicos o mecánicos, respectivamente, recalca aún más la sutileza o inmaterialidad de estas señales. En efecto, el "soft" -suave, ligero- del término norteamericano software, se contrapuso al "hard" -duro, material- de hardware, al igual que la palabra griega psique -a partir de su antiguo significado de mariposa, algo volátil, ligero, etéreo- se contrapuso al "cuerpo" -tangible, material-. Y luego llegó a significar alma; alma o ánima, palabras a su vez enraizadas en el griego *pneuma* -aire-, connotando inmaterialidad, una inmaterialidad que sin embargo "sopla vida", "ánima" a la materia: es su "espíritu". 'Espíritu' es, como 'alma', el software del hardware o cuerpo humano y, en acepciones más amplias, de la materia en general. El que una señal idealmente inmaterial pueda bastar, mediante una cadena de amplificación (que con dispositivos de control a distancia o telecontrol da cabida también a "poderes" como la telepatía o telekinesis), para liberar controladamente una energía mucho mayor contenida en un equilibrio tenso, otorga al emisor de dicha señal -el sujeto del conocimiento, el que "conoce la clave"- el control sobre dicha energía, el poder de decidir cuánta, cuándo y en qué dirección liberarla. El llamado poder de la psique, del alma, del espíritu no ha de ser más, supersticiones aparte, que la aplicación del conocimiento, la información y demás objetos informacionales a la manipulación hábil de los equilibrios de fuerzas -tensiones- de diferentes sistemas y cuerpos, incluido el propio. Los objetos informacionales considerados poderes "superiores", "divinos" etcétera lo son más mientras más cerca los situamos del extremo inferior de la cadena de amplificación de la energía controlada. En el límite, la señal de activación totalmente inmaterial sería el "espíritu puro", digamos.

4.2.5. Resumen: El objetivo autoproduutivo del sujeto del conocimiento

Como vimos, son sujetos del conocimiento a) todos los objetos autoproductivos y b) algunos instrumentos de autoproducción. Esto no deja lugar para hablar de conocimiento con fines distintos a la autoproducción. El objetivo último del conocimiento es pues la autoproducción genética y cultural, es decir, alcanzar las satisfacciones materiales como comer, crecer y reproducirse genéticamente, y las satisfacciones culturales, también llamadas espirituales, como reproducir la propia cultura, dejar un aporte en ella que pase a otras generaciones, mejorar la cultura de nuestra sociedad. Comer y amar, si apretamos el resumen.

OBJETOS	Que conocen (Sujetos del conocimiento)	Que no conocen
Autoproductivos	<ul style="list-style-type: none"> - Organismos biológicos con sistema nervioso - Grupos u organizaciones de éstos que comparten el conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Organismos sin sistema nervioso - Especies biológicas
Instrumentos de autoproducción	Instrumentos "inteligentes" (robot)	Instrumentos "no inteligentes" (jarrón)
No instrumentos de autoproducción		<ul style="list-style-type: none"> - Sustancias químicas no biológicas - Átomos y partículas subatómicas - Objetos astronómicos - Fluidos y el demonio de Maxwell - Objetos metafísicos "Espíritu", "alma" etc.

Tabla 3

4.3. EL OBJETO DEL CONOCIMIENTO

Algunas acepciones de los términos 'objeto' y 'objetivo' se confunden. Nos atenemos a que 'objeto' designa aquello sobre lo que recae la acción del verbo, en este caso del verbo conocer, y 'objetivo' designa finalidad, propósito, en este caso del conocimiento. En la sección inmediatamente anterior quedó establecido que el objetivo del conocimiento es la autoproducción. Y la autoproducción consiste en dar la forma de una porción de materia a otras porciones de materia, o sea, en transformarlas. Esto requiere energía y por lo tanto saber cómo obtenerla y aplicarla. De modo que el objeto del conocimiento es una forma, la forma, la fórmula de obtener y aplicar la energía para transformar más materia a nuestra 'imagen y semejanza' o en los medios que hagan la autoproducción lo más fácil y grata posible.

Ahora bien, saber cómo obtener energía y aplicarla a la transformación de la materia para nuestro provecho es el proceso de captar información del entorno y generar información inicialmente errática a partir de ella, esto es, interpretaciones, hipótesis, etcétera; probar dicha información en la práctica o contrastarla con información previa para finalmente seleccionar y asentar los mejores resultados. Es en el fondo el proceso de observación, análisis y síntesis, propio de la ciencia. Proceso que, por lo dicho, no sólo tiene como objeto la materia y la energía sino también la propia información, su captación y almacenamiento, su procesamiento, su aprovechamiento en la validación y obtención de nueva información. Y con esto, el modo en que nuestro sistema nervioso y sus extensiones artificiales captan, interpretan y seleccionan información. De modo que la cognición, el conocimiento, es también objeto del conocimiento.

La energía, la materia, la información y con ésta, el conocimiento, son pues el objeto, directo o indirecto, del conocimiento y en particular de la ciencia y la tecnología.

La autoproducción es el objetivo de todo ello pero de manera especial de la ciencia y la tecnología. En efecto, si bien la ciencia se interesa por todo aquello de lo que el humano tiene alguna señal o noticia aunque no prometa un provecho inmediato, siempre subyace en ella, aunque sea de modo indirecto, la posibilidad de un eventual provecho. Los viajes espaciales son un ejemplo.

La ciencia no se distingue de otros conocimientos por excluir algún objeto, sino por la manera en que lo conoce. Manera que, en el caso de la ciencia, es el método científico (ver por ejemplo "La ciencia: Su método y su filosofía" (Bunge 1960) y "Estudios de filosofía y metodología de la ciencia" (Suppe 1988)). Así, los astros, sus relaciones y eventuales efectos son objeto tanto de la astronomía como de la llamada astrología. Pero la astronomía los estudia bajo el método científico. La astrología no. Así también, un automóvil es objeto tanto del conocimiento científico como de la ingeniería o la tecnología, incluso la artesanía. Pero el método científico se interesa en las leyes generales que permiten o determinan su funcionamiento o su construcción, mientras que la ingeniería se concentra en la manera óptima de aplicar dichas leyes.

Las cuentas -simbolizadas por números- y sus relaciones, son objeto tanto de las matemáticas como de conocimientos no científicos llamados en general numerología (cábalas, etc.). Pero las matemáticas no sólo estudian los números bajo el método científico sino que además forman parte del método; en cierto modo lo constituyen, son su lenguaje profundo (ver "*From Mathematics to Philosophy*" (Wang 1974)). La llamada numerología, en cambio, es un conjunto de manipulaciones de símbolos numéricos que producen resultados a veces ingeniosos o graciosos y por lo general científicamente falaces o sin valor.

La filosofía, al igual que la ciencia, se interesa por todo lo cognoscible. Pero la filosofía no se restringe al método científico si bien lo comprende y en oportunidades recurre a él (ver "Entre ciencia y filosofía" (Smart 1975)).

Ahora, si bien el conocimiento no siempre se restringe al método científico, todo indica que es su mejor opción y sólo necesitaría recurrir a otros métodos cuando deje de serlo, o bien recurrir a la filosofía para, aplicando la duda metódica -parte del método científico- preguntarse si lo es o no. Véase al respecto "Realismo y el objetivo de la Ciencia. Post Scriptum a la Lógica de la investigación científica. Vol. 1." (Popper 1985) o "La credibilidad de la Ciencia" (Ziman 1981)

Pero en cualquier caso queda claro que, independientemente del método, el objeto del conocimiento es, en un sentido amplio, el objeto de la ciencia. Así lo asumimos para los efectos de este trabajo.

El conocimiento científico se suele clasificar en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Las ciencias naturales estudian objetos que existen sin intervención del ingenio humano, como los astros y la evolución biológica (véase “Filosofía de la ciencia natural” (Hempel 1977)), y las ciencias humanas o sociales se ocupan de los objetos debidos o al menos influidos por la intervención humana (véase “Filosofía de la ciencia social” (Rudner 1973)). Sin embargo, esta clasificación resulta algo estrecha para ciertas ciencias y sus tecnologías, como veremos a continuación.

Dentro de las ciencias naturales hay una división demasiado marcada para poder hablar de una sola clase. Es la división entre las ciencias y tecnologías de la energía y la materia, y las ciencias y tecnologías de la vida natural. Las primeras se ocupan de las leyes o formas básicas del comportamiento de la energía y la materia, objeto de la Física, así como de las diferentes formas de la materia inorgánica y cómo transformarlas en formas de mayor valor para nosotros con el menor gasto de energía posible, objeto de la Química. Las segundas estudian la forma de lidiar con una forma especial de la materia, que, entre otras cosas, incluye la nuestra: la vida, objeto de las ciencias y técnicas de la vida y la salud, desde la Botánica hasta las Ciencias de la cognición, pasando por la Zoología, la Fisiología, la Medicina, la Genética, las Ciencias de la conducta, las Neurociencias, la Ecología, la Sociobiología etcétera.

Igualmente, hay una división demasiado marcada dentro de las ciencias humanas o sociales. En efecto, tenemos por una parte las ciencias humanas o sociales propiamente dichas, que estudian las leyes o formas básicas del comportamiento asociativo de nuestra forma de vida, incluyendo desde la Historia, la Literatura y las Artes hasta la Comunicación Social pasando por las Ciencias Jurídicas, las Ciencias Políticas y ciertos aspectos de las Ciencias Económicas; por otra parte están las ciencias que podemos llamar de Ciencias de la Producción, incluyendo algunos aspectos de las Ciencias Económicas, las Ciencias Industriales y las Ciencias Empresariales. Estas se ocupan de las formas o medios de producción, los inventos, las máquinas, las formas de organización capaces de potenciar el trabajo y la colaboración humana, incluyendo desde la Contabilidad y la Administración hasta las Ciencias, Tecnologías e Ingenierías de la Información, pasando por todas las demás ingenierías.

También escapan de la clasificación de ciencias naturales y ciencias sociales, en este caso por el entrecruzamiento de disciplinas, las ciencias de la información y las ciencias de la cognición. En efecto, las ciencias de la cognición se entrecruzan con las ciencias de la información escapando la primera de las ciencias de la vida y la segunda de las ciencias de la producción y recurriendo ambas a todo un conjunto de otras disciplinas.

Por último, los objetos que no son considerados energía física, materia o información, son objeto de estudio de la metafísica o la teología.

A continuación hacemos secciones aparte para las clases mencionadas.

4.3.1. La energía y la materia, objeto de las ciencias físicas y químicas

La energía y la materia, viva o no, obedecen a leyes físicas fundamentales. Leyes que no impiden que de entre las numerosas combinaciones de energía y materia surjan formas aglutinantes y autoreplicantes, algunas de las cuáles dieron origen a lo que llamamos vida. Estas combinaciones obedecen a leyes que sin violar el marco general de las leyes físicas, son lo suficientemente particulares y voluminosas como para constituir objeto de estudio aparte. La Química se ocupa de algunas de esas combinaciones, previas a la vida; la Termodinámica, se ocupa de cualquier combinación de materia y una forma de energía: el calor.

4.3.1.1. Energía y materia como objeto de la Física

El peso de los objetos materiales fue sin duda una de las primeras medidas. Sirve para valorar e intercambiar. Y con él, la distancia a la que hay que trasladar el objeto y el tiempo del recorrido. A mayor el peso o la distancia, mayor el esfuerzo para trasladarlo. Y si hay que hacerlo en menor tiempo, es decir, a mayor velocidad, todavía mayor el esfuerzo. En caso de tener que arrastrar el objeto, se añade la resistencia de la superficie por roce, un coeficiente de fricción. El esfuerzo que alguien debe realizar para elevar o arrastrar un objeto resulta claramente proporcional tanto al peso o fricción de arrastre de ese otro cuerpo, como a la altura o distancia a la que era elevado o arrastrado. El término Energía (en-ergios) aludió en un principio al potencial muscular u otras formas familiares de fuerza contenida en un cuerpo, que éste debe desplegar para mover el objeto material. De allí las expresiones clásicas como $E = m g d$, donde E es la energía, m es la masa, g

un coeficiente de gravedad o de fricción, y de la altura o distancia. Muy paulatinamente, con sucesivos hallazgos experimentales y teóricos, se fue comprendiendo que esa especie de fuerza contenida en algunos cuerpos familiares es una manifestación particular de una entidad fundamental del universo, que abarca otras manifestaciones tan variadas como la gravedad, efectos electromagnéticos como el calor, la luz, el magnetismo, la electricidad, y finalmente las fuerzas nucleares. La misma materia que contiene a la energía terminó siendo entendida como una más de sus manifestaciones en la ecuación de Einstein. De modo que la relación entre la materia y la energía ha sido el principal tema de la Física, tanto Clásica (donde las ecuaciones newtonianas definen la fuerza y la energía en función de la masa, además del espacio y el tiempo); Cuántica (donde se confunden partículas materiales con ondas energéticas) y Relativista (donde la materia se transforma en energía por un factor igual al cuadrado de la velocidad de la luz, según la famosa ecuación de Einstein).

4.3.1.2. Energía y materia como objeto de la Química

El peso de los objetos materiales fue un conocimiento necesario pero no suficiente para valorar e intercambiar. El comportamiento, la respuesta del objeto frente a exigencias principalmente energéticas, inciden en su valor. Respuesta a pruebas de dureza, de flexibilidad; comportamiento ante el calor y la interacción con otros objetos etcétera. Pronto se vio que estas propiedades no dependen tanto de cada objeto material sino de las sustancias que lo componen. Y algunas sustancias están a su vez compuestas por sustancias más simples, hasta que ciertas sustancias no se pueden descomponer más, son elementales. La descomposición de sustancias, el estudio de los comportamientos de sustancias simples y de sus innumerables recomposiciones fue el objeto de la química. Dividiendo una porción de sustancia en partes cada vez más pequeñas, se obtiene la mínima masa, o molécula, que mantiene las propiedades de la sustancia. Al intentarse dividir la molécula de una sustancia elemental, no sólo pierde sus propiedades, sino que deja de ser materia. Es materialmente indivisible, es un átomo. Sus "partes" no son ya materia. Son partículas energético-materiales como el electrón y los protones. Los primeros se mantienen en órbita electromagnética alrededor de un núcleo formado por los segundos con otras partículas. Se comprendió que el número de protones del núcleo es lo que diferencia a un elemento químico de otro. Se erigió la Tabla periódica de los elementos. El entrelazamiento de las órbitas de diferentes átomos forma una molécula. Estas órbitas pueden además resultar "estiradas" momentáneamente por la incidencia de una radiación, tal como un fotón proveniente del Sol, volviendo a su estado "normal" una vez que la molécula re-emite la energía recibida al entorno, generalmente en forma de calor. Pero en ocasiones el estiramiento da cabida a un entrelazamiento de órbitas con otro átomo, quedando así represada la energía incidente y formándose una molécula energéticamente cargada, tensa. Ciertas reacciones con otras moléculas así como ciertas radiaciones pueden dislocar la trama energéticamente tensa, liberándose su energía generalmente en forma de calor. En ocasiones, una fuente de calor externa, llama o chispa, causa este efecto inicialmente en algunas moléculas energéticamente cargadas de un conglomerado de ellas, como un trozo de carbón, de tal modo que la liberación de calor de éstas lo causa en otras, constituyéndose así una reacción en cadena, un incendio, lo que como se sabe libera considerables cantidades de calor hacia el entorno.

4.3.1.3. Energía y materia como objeto de la Termodinámica

Al ser expuestas a una fuente de calor, algunas moléculas en lugar de absorber o irradiar energía, vibran, se mueven. La relación entre temperatura y movimiento, o termodinámica, es tema de la química y de la física. La temperatura de un gas es proporcional a la velocidad promedio de sus moléculas. La temperatura es una medida del movimiento molecular, como la velocidad; no una causa de él. La causa en este caso sería una fuente de calor. Cuando decimos que a temperaturas muy bajas las moléculas tienden a permanecer en el mismo lugar lo que estamos diciendo es que su movimiento es escaso. A la temperatura mínima, llamada cero absoluto, las moléculas de cualquier sustancia no se mueven en absoluto. El aumento de la temperatura refleja que las moléculas se mueven más rápidamente y en direcciones divergentes; si se encuentran en un recipiente cerrado, se puede medir la creciente presión sobre sus paredes. Si hay un tabique móvil dentro del recipiente y se le aplica calor a las moléculas que están de uno de sus lados, el tabique se mueve hacia el otro lado, hacia donde la presión o el potencial es menor. La diferencia de potencial generada por el calentamiento de un lado es aprovechable para mover el pistón de un motor. De modo que el calor liberado por materiales que se incendian, o combustibles, puede ser transformado en movimiento de otros materiales. Una conversión del calor en movimiento. Un buen negocio si consideramos que el calor es generalmente un regalo del Sol atrapado en compuestos de hidrógeno y carbono. Sin embargo, la conversión nunca es neta. Siempre hay pérdidas o disipación de energía en forma de calor que calienta las paredes del recipiente, de donde a su vez

es irradiado a la atmósfera y de ésta eventualmente al espacio exterior. De modo que sólo una parte de la energía original en forma de calor se transforma en movimiento, en impulso de un motor. Una vez que, por transferencia o disipación de calor, las temperaturas de las moléculas de ambos lados del tabique móvil se igualan, la diferencia de potencial se anula y el tabique deja de moverse. Si no se proporciona nuevamente calor a uno de los lados, el motor se detiene. Alcanza su estado de equilibrio termodinámico, su entropía.

4.3.2. La vida, objeto de las ciencias de la vida

Algunos objetos materiales se mueven o crecen sin que algo o alguien visible los impulse. El propio cuerpo humano es un caso. Son objetos animados, vivos. Si no absorben ciertas sustancias de su entorno, al cabo de cierto tiempo dejan de moverse. Estas sustancias suelen ser combustibles, es decir, han represado calor, calorías, generalmente de origen solar. De modo que el cuerpo de los objetos animados hace con ellas algo parecido al motor termodinámico. Aprovecha el calor para moverse. Él mismo alienta esa combustión. Al respirar, absorbe oxígeno y éste, al entrar en contacto con las sustancias alimenticias, oxida, disloca la trama tensa de las órbitas moleculares, liberando su energía, liberando calorías. Pero no basta introducir sustancias alimenticias en cualquier objeto, ni quemarlas cerca de él, para que se mueva de la manera controlada que exhiben los objetos vivos. Hace falta un dispositivo de transformación regulada de calor en movimiento, esto es, un motor de combustión. Las células, particularmente las células musculares de los objetos animados son motores microscópicos. Se puede observar al microscopio cómo toman porciones de oxígeno proveniente de los pulmones a través de las células sanguíneas, dejan que entre en contacto con porciones digeridas de alimentos, igualmente transportados allí por la sangre, y aprovechan las calorías liberadas por esa combustión en miniatura para estirar una fibra, digamos, movimiento que sumado a otros millones similares, estiran un músculo. En el núcleo de las células se encuentra el inventor, constructor y operador del motor. Una macromolécula cuya fórmula, producto de una larga evolución natural, contiene las instrucciones para todo ello. Es el código genético. Un objeto vivo no puede dividirse en muchas partes sin que pierda su comportamiento animado. Cada una de sus células vive, pero en general se especializa en una función, como la muscular, que se complementa con las especializaciones de otras, como las sanguíneas, formando un conglomerado de colaboración organizado, un organismo que les facilita la vida a todas. De modo que las células son la unidad de la vida, pero no siempre se puede dividir un organismo en partes más y más pequeñas hasta sus células, porque con frecuencia en las primeras divisiones se corta una colaboración celular vital -deja de llegar sangre de los pulmones, por ejemplo- y el organismo deja de funcionar. De modo que los organismos, sobre todo los más organizados, los más complejos, son indivisibles, son individuos.

4.3.3. La sociedad humana, objeto de las ciencias sociales y económicas

Los individuos de ciertas especies biológicas forman grupos. Ésta es una conducta de adaptación a ambientes donde encontrar alimento –energía- por separado cuesta más esfuerzo –energía- que en grupo. Por ejemplo, donde la cacería individual es demasiado costosa para un individuo, por el tamaño o velocidad de la presa, la cacería en grupo puede resultar más económica aunque los participantes tengan que compartir el producto, puesto que la parte de cada quién se obtiene con bastante mayor probabilidad o frecuencia que el eventual todo del cazador solitario. La formación de objetos sociales –manadas, familias extendidas y duraderas, tribus, sociedades, Estados- es una adaptación genético-cultural que responde, en alto grado, a la economía energética. Las reglas para cazar y repartir la presa, las reglas para producir y repartir las ganancias son obvios refinamientos de la adaptación grupal. Ver por ejemplo *“Energy and Structure: A Theory of Social Power”* (Adams 1975), *“Energy Flow in a Hunting Society”* (Kenp 1971), *“Environment, Power and Society”* (Odum 1971), *“Energy Flow in an Agricultural Society”* (Rappaport 1971), *“Energy in Economy”* (Slesser 1978). Todo esto es tema de la Sociobiología, las Ciencias sociales en general y la Economía en particular.

4.3.4. La producción y sus medios, objeto de las ciencias económicas, industriales y empresariales

Las ciencias, tecnologías e ingenierías de la producción se desarrollaron principalmente con la revolución industrial y la acompañan hoy en su fase de la llamada revolución de conocimiento. Las tecnologías e ingenierías industriales son herederas de las ciencias naturales pre-industriales, enriqueciéndose y especializándose notoriamente a partir de sus experiencias industriales. Véase *“Technology in Western civilization”* (Kranzberg and Pursell Jr. 1967), *“A History of Technology”*

(Singer, Williams et al. 1984), “*The Industrial Revolution in Europe (Industrial Revolutions Vol 4-5)*” (O'Brien 1994), “*Industrialization in North America (The Industrial Revolutions)*” (Temin 1994), “*The New Industrial State*” (Galbraith 1967).

Las ciencias empresariales por su parte comenzaron siendo herederas de la Economía clásica y, en sus aspectos más prácticos, de las escuelas de contabilidad, administración y finanzas, de raíces inmemoriales y compendiadas a partir del Renacimiento. Ver por ejemplo “*The emergence of the ‘accountant’ in the institutions of ancient Egypt*” (Ezzamel 1994), “*Accounting history from the Renaissance to the present: A remembrance of Luca Pacioli (New works in accounting history)*” (Lee, Bishop et al. 1996). Con la institucionalización y expansión de las personas jurídicas comerciales e industriales, esto es, las sociedades o compañías anónimas, la empresa se convirtió en objeto de estudio especializado. Véase entre otros “*The Company: A Short History of a Revolutionary Idea*” (Micklethwait and Wooldridge 2003). En las últimas décadas, las ciencias empresariales alcanzaron un notorio auge con el éxito de las escuelas de negocios, donde se gestaron los famosos MBA (por las siglas de *Master in Business Administration*) y las llamadas modas gerenciales, entre ellas la Gerencia del Conocimiento.

4.3.5. La información, objeto de las ciencias de la información

Hoy se asigna gran importancia a la adquisición de más y más información no sólo sobre la materia y la energía, sino sobre la misma información, entendida como el principal recurso (auto)productivo. Lo hacen no sólo las disciplinas cuyo único objeto de estudio es la información, sino también las que perciben la relevancia de ella en sus propios objetos de estudio.

4.3.2.1. Ciencia y tecnología de la información

Adquirir información acerca de la información misma: ciencia de la información; información sobre la información. Avanza en ese sentido lo que llamamos Tecnologías de la información (informática y telecomunicaciones), junto a la Cibernética y la Teoría de la Información. También la ciencia y tecnologías relacionadas con la información genética. Y ciencias como la lingüística, la psicología y las neurociencias, incluso la antropología, hacen información sobre la información cerebral y cultural. En todo ello hay significativos aportes de la Biología y la Química. En menor medida de la Física, y mucho, mucho menos si comparamos la dedicación de ésta a la energía, la materia y sus relaciones.

4.3.2.2. Una eventual Física de la información

La información, la forma, es uno de los componentes fundamentales del Universo junto a la materia y la energía, tal como el software básico es un componente fundamental de una computadora junto al hardware. Las leyes de las probabilidades definen la información (véase por ejemplo “*Logical Basis for Information Theory and Probability Theory*” (Kolmogorov 1968)) y no son menos reales que la ley de la gravedad. Se puede afirmar que sin información adicional la probabilidad de conocer la cara que muestra una moneda balanceada al caer es del 50% con la misma seguridad con que se puede afirmar que sin energía adicional un cuerpo pesado no se elevará por encima de su posición de equilibrio gravitatorio. Si una carga es tirada a la vez por cierto número de fuerzas, iguales en magnitud, pero de direcciones dejadas al azar, lo más probable es que las fuerzas se anulen entre sí y no desplacen la carga. Piénsese en un conjunto de bestias de tiro ciegas, sin olfato ni oído ni otra guía. Son fuerzas sin sentido, sin forma. Aunque la suma de sus magnitudes resultara más que suficiente para mover la carga, cada una tirará hacia un lado diferente y se anularán entre sí. No basta pues la magnitud de la fuerza, es necesario también que la dirección y el sentido no sean dejados al azar sino de acuerdo a alguna dirección y sentido predeterminado, alguna guía, alguna forma, alguna información. Esta información es en el fondo un conjunto de puntos en el espacio e instantes en el tiempo que definen el movimiento del objeto material en cuestión.

La propia definición física de conceptos como fuerza y energía les asigna como dimensión el producto de una medida de la materia, la masa, y de una combinación de espacio y tiempo (Véase entre muchos “*Física Vol I: Mecánica*” (Alonso and Finn 1970)). Por ejemplo, la fuerza es el producto de la masa y la aceleración, que es a su vez, una distancia dividida entre el cuadrado del tiempo, es decir, una medida espacio - temporal. De modo que obtener y procesar información acerca de la información como una variable física más, podría quizá contribuir a resolver algunos de los problemas que la Física no ha resuelto aún.

Sin embargo, la información apenas aparece mencionada en los textos de Física, y siempre bajo otros nombres, tales como entropía, probabilidad de estado o grado de orden en la Termodinámica estadística, o Principio de incertidumbre, en la mecánica cuántica. En la Teoría de la información (de Shannon) el tema central tiene poco que ver con la relación de la información con la materia o la energía y cualquier relación de este tipo desprendida de ella es, para esa teoría, meramente circunstancial.

Si bien no basta la energía para realizar un trabajo, tampoco es suficiente cualquier información para guiar a dicha energía. Si la información con la que pretendemos dirigir a la energía no es la adecuada, aunque logremos desplazar la carga la desplazaremos a un lugar no deseado, tal como lo haría el azar. Es como si tomáramos un taxi para que nos transportara a nuestra casa y le indicáramos al conductor una vía errada. El taxista cobrará su tarifa y la energía de su combustible se habrá consumido, pero para nuestros efectos se habrá perdido.

Pero no siempre tenemos a mano la información que nos permite dirigir la energía adecuadamente. Y podemos decir que obtenerla, junto con conseguir la energía, es el objetivo final de la ciencia y la tecnología. Es todo lo que requerimos para lograr poner todas las cosas en el lugar que deseamos. La dirección equivocada que suministramos al taxista es información, pero no la información que nos permite acercarnos al objetivo deseado. La cultura está llena de afirmaciones equivocadas y afirmaciones correctas. En la medida en que las equivocadas neutralicen a las correctas, por mucha energía que consumamos, el resultado se parecerá a lo que obtendríamos por azar, es decir, cualquier cosa menos el objetivo deseado. La energía se habrá desperdiciado. Para reducir al mínimo la pérdida de energía es necesario que prevalezca la información correcta (véase "*Infoenergetic Systems*" (Salim and Ferran-Urdaneta 1997)). Para ello debemos apoyar las certezas acumuladas y los avances apoyados en éstas, al tiempo que desechar o al menos desconfiar de cualquier otro tipo de información. En términos más concretos esto es apoyar la generación científica de nuevo conocimiento, es decir, la producción de conocimiento basado en certezas científicas. Las sociedades que así lo hagan tendrán mayor probabilidad de indicar la dirección correcta al taxista y minimizarán el desperdicio de energía. De manera que la energía satisface deseos proporcionalmente al avance científico. A mayor ciencia mayor energía para satisfacer más deseos.

Ahora bien, la equivalencia entre masa y energía de la ecuación de Einstein señala a la materia común como concentración y fuente prácticamente inagotable de energía. La combustión nuclear de un gramo de materia proporcionaría la energía que hoy requiere quemar unas cuarenta mil toneladas de hidrocarburos (véase por ejemplo "*Nuclear Energy An introduction to the Concepts, Systems and Applications of Nuclear Processes*" (Murray 1988)). Si lográramos dominar el fuego nuclear y quemar átomos en hornos o motores nucleares, como una vez aprendimos a dominar el fuego químico y quemar leña, carbón y luego gasolina en hornos abiertos o motores de combustión interna, contaríamos con una energía simplemente ilimitada para cualquier estándar actual o previsible. Pero no dominamos la combustión nuclear aún. Nuestros hornos nucleares son aún inseguros, de alto riesgo contaminante. De manera que no es energía lo que en realidad falta, sino la tecnología, el conocimiento necesario para avanzar en la combustión nuclear segura y limpia de la materia. No sabemos cuánto conocimiento falta pero sí sabemos que hay una relación entre la cantidad de conocimiento y la de energía controlada, y esta relación incumbe a varias disciplinas, desde la Física, pasando por la Economía, hasta la Teoría de la información. Falta tal vez una Física de la información

Pero cabe preguntarse hasta qué punto se entiende, se conoce esto. ¿Se conoce que nuestro problema es de escasez de conocimiento y no de energía? ¿Se entiende que el conocimiento es el recurso económico más valioso y el más urgido de gerencia y mecanización?

El énfasis en las ciencias y tecnologías de la información permitiría asignar recursos a la solución de las deficiencias energéticas del planeta en la dirección correcta, en la dirección de lo que verdaderamente falta, en la dirección de la información, prestando todo tipo de soporte o refuerzo informacional a la investigación de la energía nuclear, desde cómo abordarla metodológica, incluso psicológicamente, hasta qué tipo de software desarrollar con ese objetivo. Es como decir "Si sabemos que aquí hay energía y que lo que falta es información para aprovecharla, dirijamos entonces todos los esfuerzos a adquirir esa información".

4.3.6. El conocimiento, objeto de las ciencias de la cognición

La taxonomía biológica no se conforma con clasificar a la subespecie sobreviviente del *homo* como *sapiens*, añadiéndole a su denominación un segundo *sapiens*. Saber que sabemos es pues, según

la taxonomía vigente, nuestra característica más notable como especie. Esto es quizá discutible, pero no lo es que las leyes del conocimiento mismo, el qué y cómo conocemos, qué y cómo podemos conocer más, sea un objeto de todas las formas de conocimiento, de la ciencia y la filosofía, asistida ésta por diversas disciplinas, desde las Neurociencias hasta la Cibernética

4.3.6.1. Epistemología y Filosofía de la ciencia

El término ‘epistemología’ significa, por sus raíces griegas, estudio del conocimiento. Se denomina así a una rama de la filosofía que estudia problemas del conocimiento y de la ciencia. Antes de que se difundiera el uso del término en el siglo XIX, este campo de estudio se denominaba teoría del conocimiento y también gnoseología. Su objeto central era la cuestión de qué se puede conocer o cómo determinar si lo que creemos conocer es verdadero. Más recientemente el objeto de la epistemología se extiende –o quizá deberíamos decir se reduce- al conocimiento científico, identificándose así con la Filosofía de la Ciencia. La Filosofía de la Ciencia es un conocimiento de “segundo nivel” en tanto que tiene como objeto de estudio otro conocimiento, el conocimiento científico. Ver “Epistemología, ciencia de la ciencia” (Bunge 1980), “Epistemología” (Bachelard 1973), “*Mathematics, Science and Epistemology*” (Lakatos 1978), “Conceptos y teorías en ciencia”, (Mosterín 1984), “La credibilidad de la Ciencia”, (Ziman 1981)

4.3.6.2. Ciencias de la cognición

La cognición como capacidad o función del organismo es estudiada desde la Biología (ver “*Biology of knowledge: The evolutionary basis of reason*” (Riedl 1980)), la Sociología (ver “*Evolutionary epistemology, rationality and the sociology of knowledge*” (Radnitzky and Bartly 1987)), las neurociencias, la Psicología, la Lingüística, la Informática y la Filosofía. De cada una de estas aproximaciones da buena cuenta la “*MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*” (Wilson and Keil 2001).

4.3.6.3. Gerencia del Conocimiento

Hemos visto también cómo en las últimas décadas se proclama la “era del conocimiento” (ver por ejemplo “*Cyberspace and the American Dream: A Magna Carta for the Knowledge Age*” (Dyson, Gilder et al. 1994)) y cómo todo lo relativo a este tema se ha convertido en polo de estudio de las ciencias empresariales y gerenciales. Ver por ejemplo “*Making the Case for Knowledge Management: The Bigger Picture*” (Neef 1999), “*Understanding Knowledge Management*” (Demarest 1997), “*Making the Most of Your Company’s Knowledge: A Strategic Framework*” (Krogh, Nonaka et al. 2001), “*The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*” (Nonaka and Takeuchi 1995).

4.3.7. Lo inmaterial no entendido como información, objeto de la metafísica

Con poca energía se puede controlar mucha energía. Por ejemplo, la energía de un automóvil o un avión es controlada por el conductor o piloto a través de leves movimientos de manubrios, pedales, palancas o botones del panel de control. Botones que pueden ser las teclas del teclado de una computadora y por lo tanto corresponder a letras, a información, que a su vez representa el pensamiento de un humano.

No hay nada misterioso en que en última instancia el pensamiento y la información derivada de él, controle la energía y con ella todo el movimiento de la materia. Ver “*Infoenergetic Systems*” (Salim and Ferran-Urdaneta 1997)). Se lo debemos en principio a un hecho natural: la formación en la naturaleza de equilibrios tensos entre fuerzas gravitacionales, electromagnéticas y nucleares, que, por ser tales equilibrios tensos, pueden ser rotos -y liberar toda la energía que contienen- con la aplicación de una fuerza desequilibrante mucho menor. Por ejemplo, basta una imperceptible chispa para romper el equilibrio electromagnético de unas pocas moléculas de un combustible y desencadenar así un incendio abierto o una combustión interna en los motores de nuestras máquinas. Este combustible puede ser un hidrocarburo, o sea, el equilibrio tenso de moléculas formadas por hidrógeno y carbono. Asimismo, basta el oxígeno que inhalamos para que en el interior de nuestras células, sus moléculas rompan el equilibrio de las moléculas de carbono e hidrógeno que constituyen nuestros alimentos y que llamamos carbohidratos. El rompimiento de los carbohidratos libera la energía de nuestros músculos.

La combustión celular evolucionó genéticamente, pero la cultura humana desarrolló formas de romper equilibrios tensos fuera de nuestras células y de manera controlada. Lo hacemos aplicando a los diversos equilibrios tensos naturales múltiples dispositivos, desde las chispas de encendido comunes hasta los controles de naves espaciales, pasando por gatillos, grifos, válvulas y demás reguladores de la liberación de energía. Tales dispositivos son controlados a su vez por nuestras manos o por otros dispositivos que obedecen al final a instrucciones provenientes de nuestro cerebro.

En la sección “ 4.2.4.6. "Espíritu", "alma" etcétera ” vimos que esos términos y otros, tales como timón –*kibernetes*, gobierno- y psique, aluden a las formas que con la menor cantidad de energía determinan, mediante dispositivos de amplificación, la dirección de la energía que mueve a la materia del mundo; significan en un contexto mucho más general, el sutil software que determina las acciones del pesado hardware. En el límite, concluíamos en dicha sección, esa forma, esa información, esa señal de activación totalmente inmaterial, sería el “espíritu puro”.

Desde luego, no hay manera de descartar la posibilidad de que tal espíritu puro sea algo más que información –por muchos privilegios que se le atribuyan a ésta-, en cuyo caso es objeto de estudio de la metafísica o la teología.

4.4. LOS LÍMITES OBJETIVOS DEL CONOCIMIENTO

Mucho se ha escrito sobre los límites del conocimiento, desde puntos de vista religiosos hasta matemáticos (ver por ejemplo “El conocimiento humano. Su alcance y sus limitaciones” (Russell 1959)). Las religiones suelen identificar estos límites con el umbral de dios. Así, mientras para el humano más primitivo dios habría estado tras las nubes tronantes y el miedo al rayo, para el hombre informado de hoy se encontraría tras el *Big Bang* y las perplejidades de la astrofísica. No obstante, algunas religiones han postulado misterios irreductibles, no accesibles en absoluto al entendimiento humano con independencia de cuánto avance su conocimiento (ver “*Et l'homme crea les dieux*” (Boyer 2001), “*The Varieties of Religious Experience*” (James 1992), “*The Origins of Consciousness and the breakdown of the bicameral mind*” (Jaynes 1990)).

También las paradojas lógicas, los infinitos matemáticos y los problemas no computables son vistos como límites (ver por ejemplo “*Gödel's theorem and information*” (Chaitin 1982), “*Computability and Computable Functions*” (Epstein and Carnielli 1989), “*On formally undecidable propositions of Principia Mathematica and related systems*” (Gödel 1986), “*Les limitations internes des formalismes*” (Ladrière 1958), “El teorema de Gödel” (Nagel 1970), “*From Mathematics to Philosophy*” (Wang 1974)).

En el presente trabajo nos limitamos a los límites más “objetivos” del conocimiento, sin pretender que exista un límite preciso entre este concepto y lo que llamamos “subjetivo”. Nos referimos pues a los límites que, al menos en algunos aspectos y a esta fecha, nada de lo que sabemos nos da razones para pensar que dependen a) del estado del conocimiento o paradigma científico vigente en un momento dado, ni b) de las limitaciones de determinada manera de conocer, en particular la ciencia. Pero de ningún modo hacemos dogma de fe religiosa de la irreductibilidad de tales límites.

4.4.1. El principio de incertidumbre

Los átomos se componen de partículas que ya no son propiamente materia, sino materia y energía simultáneamente. El más simple de todos los átomos, el Hidrógeno, se compone de un neutrón y un electrón. Otros átomos tienen más de ambos. Los electrones giran alrededor de los neutrones que componen el núcleo. La energía de la rotación de un imán puede inducir el paso de un electrón de un átomo a la órbita del núcleo de otro átomo, generando una corriente de energía eléctrica o electrónica. El paso de esta corriente por un punto de control dado se puede medir en unidades físicas y ser diferenciado del no paso. Esta medida o diferencia aporta información. En efecto, se emplea como expresión electrónica de un bit. Pero para el estado actual de la tecnología es necesario el paso de muchos electrones por unidad de tiempo para poder medir su corriente con precisión. La llamada nanotecnología trata de dar un nuevo gran paso hacia la minimización del soporte energético-material de la información. A medida que los electrones son menos y nos acercamos a uno sólo la información se hace más difícil de obtener. El Principio de incertidumbre establece que de una partícula subatómica no hay instrumento que permita medir al mismo tiempo su velocidad y su posición u otras parejas de variables llamadas “conjugadas” (ver “Teoría Cuántica y el Cisma en Física” (Popper 1985), “*The Uncertainty Principle and the Foundations of*

Quantum Mechanics" (Price and Chissick 1977), "*The uncertainty principle*" (Robertson 1929). Parece ser éste un vértice común no sólo de la materia y la energía sino también de la información, donde justamente la falta de información coincide con -tal vez podamos decir es igual a- la confusión energético-material. ¿Son las partículas subatómicas no sólo materia y energía, sino también forma, información, todo simultáneamente? ¿Son el punto donde el hardware es inseparable del software, donde el observador es inseparable de lo observado, donde no se puede copiar la fórmula de la materia sin reproducir también su soporte material? (ver "*Quantum mechanics without 'the observer'*" (Popper 1967)). ¿Imposibilita u obstaculiza esto alcanzar un uso eficiente de la energía nuclear? ¿Requiere el abordaje de este tema una tecnología de información que tome en cuenta la incertidumbre del Principio, digamos, tal como lo hace la Física nuclear? ¿Es esto una mera confusión de lenguaje y metalenguaje, un juego de definiciones autoreferidas, el punto donde cierra el círculo que confirmaría que todo razonamiento es circular?

4.4.2. La velocidad de la luz

Según la ecuación de la relatividad de Einstein la mayor energía que se puede liberar de la materia es el equivalente de la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz. La completa combustión relativista de un gramo de materia liberaría la energía que hoy requiere quemar unas cuarenta mil toneladas de hidrocarburos, suficiente para llenar el tanque de gasolina a cerca de un millón de automóviles, todos los automóviles de una ciudad mediana. De modo que sobraría la materia en nuestro entorno para cualquier necesidad energética lejanamente previsible (véase por ejemplo "*Nuclear Energy An introduction to the Concepts, Systems and Applications of Nuclear Processes*". (Murray 1988)). Con todo, se impone un límite a la velocidad de cualquier vehículo: unos 300.000 Km. por segundo, la velocidad de la luz. A medida que cualquier materia se acercara mucho a este límite, comenzaría a dejar de ser materia y se transformaría en energía totalmente liberada, sin asidero material alguno. Las mayores velocidades controladas que hemos logrado imprimir a un objeto material con la tecnología actual son de alrededor de 10 Km por segundo de un cohete, unas treinta mil veces menor que la de la luz. Podríamos alcanzar velocidades mucho más cercanas a las de la luz sin que la materia transportada se desintegrase, pero aún así tales velocidades no bastarían para desplazarnos más allá de nuestro vecindario astronómico en el tiempo de vida actual de un humano o de varias generaciones. Por lo que el sentido autoproducido de tal conocimiento, si lo tuviéramos, resultaría muy diluido al menos para los estándares actuales. Un proyecto de autoproducción o colonización espacial tendría que ser en realidad de colonización espacio-temporal ya que la frontera no está en el espacio ni en el tiempo, sino en la relación entre ambos, la velocidad. Para vencerla el conocimiento tendría que contemplar posibilidades hoy más propias de la ficción o anticipación científica que de la ciencia, tales como una vía alterna al recorrido lineal de la distancia entre astros, un "túnel espacio-temporal", o bien algún soporte material renovable o de duración prolongada para la información cerebral, para la conciencia. Ver sobre el tema, entre muchos otros "*Beyond $E = mc^2$* " (Haisch, Rueda et al. 1994), "*Historia del Tiempo*" (Hawking 1988), "*SETI, The Velocity-of-Light Limitation, and the Alcubierre Warp Drive: An Integrating Overview*", (Puthoff 1996), "*Knowledge and Wonder*" (Weisskopf 1980).

4.4.3. La complejidad y el azar

La definición de cualquier problema establece implícita o explícitamente un tiempo máximo para su solución. Por ejemplo, un caso de envenenamiento establece implícitamente que su tratamiento debe ser efectivo antes de que el veneno lo sea más. Tomando esto en cuenta, es ingenuo o al menos demasiado optimista afirmar que se puede llegar a conocer la solución exacta de cualquier problema por muy complejo que sea, descomponiéndolo en sus distintas partes simples (análisis), resolviendo cada una por separado y finalmente recomponiéndolas (síntesis). Esto siempre dependerá del número de estas "partes simples" y el tiempo en que la solución se pueda seguir considerando una solución. Si el número de "partes simples" o el tiempo indispensable para completar su análisis es indeterminable, o éste simplemente excede el tiempo máximo de solución, entonces para ningún efecto práctico y en general tampoco para efectos teóricos, la supuesta solución es tal. Si las partes distintas consideradas simples, ya se trate de variables independientes, relaciones, capas de organización, sub-sistemas, factores o cualquier otro "corte" analítico, se hacen muy numerosas, entonces el sólo manejo de tal número de elementos distintos es de por sí un problema complejo de clasificación, ordenación y mantenimiento del orden. A lo que se añaden generalmente diferentes efectos de amplificación o propagación de cualquier minúsculo error inevitable en la definición o clasificación cuantitativa o conceptual de las partes. Recordemos que una operación tan simple como dividir la unidad en tres partes (1/3) ya acarrea un error que, si bien puede hacerse indefinidamente pequeño, nunca desaparece del todo, dejando abierta una fisura por la que cualquier intento de análisis podría derivar en caos. Término este no por

casualidad lingüísticamente emparentado con la palabra 'gas', un conjunto de innumerables partes sueltas, de comportamiento azaroso, no sujeto a orden. La contabilidad, tomémosla por caso, es fundamentalmente un problema de clasificación y totalización de numerosos comprobantes cada uno no sólo bastante simple sino además bastante parecido a otro. Sin embargo, la contabilidad de un negocio con un número mediano de comprobantes para los estándares mundiales actuales, requiere de todo un departamento o sistema contable. Es un problema medianamente complejo. La contabilidad de grandes organizaciones o entidades estatales es un problema más complejo, hasta el punto de que en muchos casos sus resultados no pasan de estimaciones admitidas dentro de ciertos estándares. Y esta contabilidad es un problema muy sencillo comparado con problemas como la predicción del clima, de terremotos, de valores bursátiles, de efectos no deseados de un cambio genético inducido y tantos otros cuyo sólo intento de descomposición en partes relativamente simples es ya un problema enormemente complejo. Desde luego, en muchos casos no se requiere una solución absolutamente exacta y al reducir la exigencia de exactitud se reduce la complejidad del problema. Acabamos de mencionar que muchas contabilidades se dan por buenas con estimados admitidos dentro de ciertos estándares. Pero la reducción de la exigencia de exactitud tiene un límite: se requiere una solución al menos más exacta que la que proporcionaría el mero azar. Por ejemplo, no es admisible reducir la exactitud de la predicción sobre cuál de sus seis caras mostrará un dado al caer, hasta una entre seis posibles. Esa respuesta también la da el azar. Para hablar de una solución, por muy inexacta que resulte, la misma debería ser, en el caso del dado, mayor que 1/6. De no lograrse este resultado, no hay conocimiento o, lo que es lo mismo, éste es indistinguible del azar. Ahora bien, el azar no es sino la intervención de tal número de distintas variables, factores...o "partes simples" en un eventual resultado, que su cálculo supera cualquier capacidad de toma y procesamiento de datos en el tiempo en que la respuesta es necesaria (ver por ejemplo "*Natural Philosophy of Cause and Chance*" (Born 1949), "El azar y la necesidad" (Monod 1970), "Proceso al Azar" (Wagensberg 1986)), "Entre el orden y el caos: la complejidad" (Sametband 1994). En el problema del dado intervienen su posición inicial, la magnitud, dirección y sentido de la fuerza del lance, el ángulo y punto de aplicación de dicha fuerza, la viscosidad y eventuales perturbaciones del medio, incontables combinaciones de interacción entre el material del dado y la superficie sobre la que cae, el efecto de acumulación de errores inevitables en cualquiera de dichas medidas etcétera. Todo entre el momento en que es lanzado y el momento en que se detiene. Y así, no son pocos los problemas que nos podemos plantear cuya complejidad no admita mejor respuesta que la que daría el azar. Los asesores de inversión los enfrentan diariamente. No son pocos, en fin, los problemas cuya complejidad excede el tiempo necesario para obtener a priori la información que su resultado nos muestra a posteriori. De manera que el azar, derivado de la complejidad, es un claro límite inferior del conocimiento: éste deja de serlo en tanto responde igual o peor que el azar (ver entre otros "*Information, Randonness and Incompleteness*" (Chaitin 1987), "Ideas sobre la complejidad del mundo" (Wagensberg 1985)).

4.4.4. La entropía

La gravedad, el electromagnetismo y las fuerzas nucleares son fuerzas fundamentales del Universo. Al menos hasta ahora la Física no ha identificado nada más básico que las explique; sus descripciones matemáticas se resisten a fundirse en una fórmula única y toda otra fuerza física se deriva o compone de ellas. Estas fuerzas se manifiestan en movimientos de atracción o repulsión de diferentes intensidades y alcances, entre cuerpos materiales o partículas subatómicas. Ningún cuerpo material o partícula subatómica conocida escapa a tales fuerzas dentro de sus respectivos alcances, por lo que son consideradas leyes universales (ver al respecto "*What can we know about the universe? Philosophy and the Origin and Evolution of Universe*" (Mosterín, Agazzi et al. 1991)). Más aún, se entiende a la materia como una de sus manifestaciones. Según la ley de la gravedad todo cuerpo material es atraído por otro con una fuerza directamente proporcional a sus respectivas masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Lo que se traduce en que un cuerpo relativamente pequeño tiende a "caer" hacia el centro de gravedad de uno relativamente grande, llamándose altura la distancia que los separa. La fuerza de gravedad no cesa si una fuerza opuesta, como la fuerza electromagnética que mantiene las distancias entre los átomos que forman un pedestal o mesa, sostiene al cuerpo pequeño a una altura dada. El cuerpo sigue siendo atraído sólo que su caída es demorada o represada, convirtiéndose dicha caída en un movimiento potencial. Tenemos pues un equilibrio de fuerzas con su respectiva energía potencial o tensión, proporcional tanto a la altura como al peso. Algo semejante, aunque mucho más difícil de cuantificar, ocurre cuando por medio de algún dispositivo se alcanza un estado específico entre muchos otros igualmente probables. Por ejemplo, un grupo numeroso de bueyes arreando con determinada tensión en una misma dirección (o en direcciones diferentes pero predeterminadas) o un manojo de dados mostrando el mismo número (o una secuencia predeterminada de números diferentes). Tras muchos intentos se comprueba (y no se hayan pruebas en contrario) que si se les

quitan los aparejos y demás acondicionamientos a los bueyes o se dejan caer los dados al azar (donde azar, desde luego, significa la concurrencia de incontables variables), la probabilidad de que los primeros mantengan las mismas tensiones y direcciones o los segundos muestren los mismos números, es muy baja, casi tanto como que el cuerpo atraído por la gravedad mantenga su altura si se le quita el pedestal. Mientras mayor la improbabilidad de un estado (es decir, mientras mayor el número de otros estados equiprobables), mayor la probabilidad (equivalente a la energía potencial en el caso de la gravedad) de que ese estado no se alcance nuevamente. Es menos probable que diez dados caigan mostrando el mismo número que el que lo hagan sólo dos, porque el número de resultados o estados equiprobables es mayor en el primer caso que en el segundo. Digamos que a la par de la gravedad y las otras fuerzas fundamentales, manifiestas en el juego de atracción y repulsión entre cuerpos materiales o partículas, existen unas leyes no menos universales que se manifiestan en el juego de la probabilidad-improbabilidad. Algo atrae las cosas a un estado distinto del predeterminado (hacia la pérdida de correlación, orden u obediencia con respecto a él, hacia el desorden, la entropía) de modo similar a como la gravedad atrae las cosas al centro de masa. Pero a la vez otro algo lleva las cosas a un estado predeterminado (las hace obedecer, las pone en orden) de modo similar a como se oponen el electromagnetismo y las fuerzas nucleares al colapso gravitacional, al agujero negro. Y así como aún no tenemos una explicación física en la que basar la existencia de las fuerzas fundamentales y su juego de atracción-repulsión, tampoco la tenemos para el juego de probabilidad-improbabilidad; nos limitamos a observarlo, a lo sumo a medirlo (algunos a sustituir la eventual explicación física por dualismos místicos, meramente nominales o tendenciosos, como dios-diablo, bien-mal etcétera) (véase “*An Introduction to Statistical Thermodynamics*” (Hill 1960), “*Can Entropy and 'Order' Increase Together?*” (Landsberg 1984) “Proceso al Azar” (Wagensberg 1986)). Tal vez el piso gravitatorio absoluto, el agujero negro, la entropía, la total impotencia o la completa ausencia de información y por ende de conocimiento, sean una misma cosa, un mismo límite (véase “*Entropy in Relation to Incomplete Knowledge*” (Denbigh and Denbigh 1985), “*Theories and the flow of information: Philosophical, Epistemological and Historical Explorations*” (Mosterín 1992), “*Evolution, Thermodynamics and Information: Extending the Darwinian Program*” (Wicken 1987)).

4.5. CONOCIMIENTO E INFORMACIÓN

En la sección “3.2. LAS DIMENSIONES INFORMACIONALES” adelantamos que las dimensiones de la información nos resultarían útiles para tratar el tema del conocimiento como información. Este tema es objeto de una discusión abierta y extendida. Ha sido tratado desde muy diversos puntos de vista. Por ejemplo, en “La Cultura como Información” (Mosterín 1986), se enfoca desde la filosofía analítica; en “*Primate Behaviour: Information, Social Knowledge, and the Evolution of Culture*” (Quiatt and Reynolds 1993) es tratado desde el ángulo de la biología evolucionista.

Pero es en la Gerencia del Conocimiento donde el tema del conocimiento como información es especialmente polémico. Así queda de manifiesto en títulos como “*Information vs. Knowledge: The Role of Intranets in Knowledge Management*” (Stenmark 2002). Es en esta especialidad donde se ha diseminado la distinción entre un conocimiento tácito y un conocimiento explícito, recíprocamente definidos en la famosa expresión de Polanyi, en “*The tacit Dimension*” (Polanyi 1966))

“*We know more than we can tell*”¹⁸

Por el significado común de “explícito” y “tácito”, el conocimiento que “podemos decir” es un conocimiento explícito; y la diferencia entre lo que conocemos y lo que de ello podemos decir es el conocimiento tácito. Algunos autores postulan además un tipo de conocimiento intermedio, denominándolo conocimiento implícito. Es aquel que siendo tácito puede ser explicitado sin grandes dificultades, reservándose la denominación “tácito” sólo para el conocimiento demasiado difícil de explicitar o del que no se sabe cómo explicitarlo o que se supone irreduciblemente tácito. Por ejemplo, si se posee el conocimiento explícito de que todos los hombres son mortales y que Sócrates es un hombre, entonces se posee el conocimiento implícito de que Sócrates es mortal. Si siempre que se golpea una nuez con una roca la nuez se abre, en ese conocimiento tácito está implícito el conocimiento de que golpear la nuez con una roca la abre, etcétera. Otra cosa es que el conocimiento implícito alguna vez se explicita o se transfiera.

¹⁸ “Sabemos más de lo que podemos decir” (Traducción del autor).

El conocimiento explícito se suele identificar con información. Así, en “*The nonsense of 'knowledge management'*” (Wilson 2002) se afirma concluyentemente:

“*Explicit knowledge', of course, is simply a synonym for 'information'*”.¹⁹

También se han postulado distinciones entre un conocimiento pasivo y otro activo, identificándose con el primero a la información, que estaría confinada a los archivos y memorias a la espera de que alguien o algo la requiera, mientras que el conocimiento activo participaría activamente, sin esperar a ser requerido, en los procesos de toma de decisión. Véase por ejemplo “*Knowledge Management Systems: An Architecture for Active and Passive Knowledge*” (Galup, Dattero et al. 2002)

Otros autores postulan una relación de jerarquía entre la información y el conocimiento, una especie de pirámide de refinación cuya base o materia prima es la data, a partir de la cuál se destila información, ascendiéndose de ésta al conocimiento para, finalmente, alcanzar el vértice de la sabiduría. Véase por ejemplo, entre muchos otros, “*From Data to Wisdom*” (Ackoff 1989).

En este trabajo hemos mostrado la conveniencia de reservar un término para hacer referencia a todos los objetos no predominantemente materiales o energéticos, ya que de otro modo se dificulta referirnos a ellos. Por razones que expusimos en la sección “3.1.2. Forma, información y objetos informacionales”, postulamos el término y concepto general de Información como denominador común de esos objetos, los objetos informacionales. Con dicha elección heredamos una ampliamente diseminada tipificación de la información en tres clases o dimensiones: sintáctica, pragmática y semántica. Lo que nos permite situar en el espacio formado por esas dimensiones todo un conjunto de términos, incluyendo los más contrastados o solapados entre sí, como data, sabiduría y el propio conocimiento. Véase al respecto la sección “3.2.4. Dimensiones informacionales de algunos objetos” y dentro de ella, especialmente, “3.2.4.5. Objetos informacionales multidimensionales”. No estamos pues de acuerdo en incluir el término y concepto general de información entre los objetos informacionales ni en eventuales jerarquías o clasificaciones de los mismos; proponemos y así lo hacemos en este trabajo, reservarlo para designar el marco o el espacio de todos los objetos informacionales. Así, en algunas de las secciones que siguen nos ocuparemos de situar dentro de ese marco el “Conocimiento explícito”, el “Conocimiento tácito” y el “Conocimiento implícito”.

4.6. GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

Sobre el tema del conocimiento, los autores más renombrados y actuales distinguen dos grandes áreas de estudio o de dificultad: la generación de conocimiento y la transferencia de conocimiento. Así, en “*Making the Most of Your Company's Knowledge: A Strategic Framework*”(Krogh, Nonaka et al. 2001) leemos:

“*In the literature on knowledge management, we can distinguish two core knowledge processes: knowledge creation and knowledge transfer.*”

Examinaremos seguidamente esas áreas del conocimiento en el marco de las dimensiones de la información.

4.6.1. La generación de conocimiento

Entre las formas autoproduktivamente beneficiosas que los genes fijan en el cerebro de un organismo, algunas le permiten a ciertas especies añadir otras formas, complementarias o adicionales. En este caso, el mecanismo evolutivo de generación, prueba y selección se aplica no ya a mutaciones genéticas, sino a las formas mentales (o memes, como también han sido denominadas).

4.6.1.1. Generación y selección

Las secciones y capítulos precedentes apoyan lo que se resume en esta cita de Karl Popper, tomada de “*Objective knowledge: An evolutionary approach*” (Popper 1979):

¹⁹ “Desde luego, el ‘conocimiento explícito’ no es más que un sinónimo de ‘información’”. (Traducción del autor)

"... the growth of our knowledge is the result of a process closely resembling what Darwin called 'natural selection'; that is, the natural selection of hypotheses ..."²⁰ (p. 261).

Richard Dawkins, en "*The Selfish Gene*" (Dawkins 1976), acuñó un nombre específico para estas formas de genes del conocimiento que Popper identifica con las hipótesis: "meme". Así como cada mutación genética es un nuevo candidato a la selección natural, cada nuevo meme es un nuevo candidato a la selección cultural. Aquí el extracto del capítulo once donde el autor introdujo el término:

"I think that a new kind of replicator has recently emerged on this very planet. It is staring us in the face. It is still in its infancy, still drifting clumsily about in its primeval soup, but already it is achieving evolutionary change at a rate that leaves the old gene panting far behind.

*The new soup is the soup of human culture. We need a name for the new replicator, a noun that conveys the idea of a unit of cultural transmission, or a unit of imitation. 'Mimeme' comes from a suitable Greek root, but I want a monosyllable that sounds a bit like 'gene'. I hope my classicist friends will forgive me if I abbreviate mimeme to meme.(2) If it is any consolation, it could alternatively be thought of as being related to 'memory', or to the French word *même*. It should be pronounced to rhyme with 'cream'.*

*Examples of memes are tunes, ideas, catch-phrases, clothes fashions, ways of making pots or of building arches. Just as genes propagate themselves in the gene pool by leaping from body to body via sperms or eggs, so memes propagate themselves in the meme pool by leaping from brain to brain via a process which, in the broad sense, can be called imitation. If a scientist hears, or reads about, a good idea, he passed it on to his colleagues and students. He mentions it in his articles and his lectures. If the idea catches on, it can be said to propagate itself, spreading from brain to brain. As my colleague N.K. Humphrey neatly summed up an earlier draft of this chapter: '... memes should be regarded as living structures, not just metaphorically but technically.(3) When you plant a fertile meme in my mind you literally parasitize my brain, turning it into a vehicle for the meme's propagation in just the way that a virus may parasitize the genetic mechanism of a host cell. And this isn't just a way of talking -- the meme for, say, "belief in life after death" is actually realized physically, millions of times over, as a structure in the nervous systems of individual men the world over.'*²¹

Muchos otros autores han acogido el término meme o al menos han enriquecido la idea de la evolución cultural. Algunos ejemplos de publicaciones al respecto: "*The naked meme*" (Hull 1982), "*Simple models of complex phenomena: The case of cultural evolution*" (Boyd and Richerson 1987), "*Origins of Modern Mind: Three stages in the evolution of culture and cognition*" (Donald 1991), "*The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture*" (Barkow, Cosmides et al. 1992), "*Filosofía de la Cultura*" (Mosterín 1993), "*Primate Behaviour: Information, Social Knowledge, and the Evolution of Culture*" (Quiatt and Reynolds 1993), "*Meme and variations: A Computer Model of Cultural Evolution*" (Gabora 1995). En "*The lever of riches: Technological creativity and economic progress*" (Mokyr 1990), leemos

²⁰ "... el crecimiento del conocimiento es el resultado de un proceso que se asemeja mucho a lo que Darwin llamó 'selección natural'; es decir, la selección natural de las hipótesis. ..." (Traducción del autor)

²¹ Creo que ha emergido una nueva clase de replicador en el planeta. Nos mira a la cara. Está en su infancia, explorando su caldo primigenio, pero está evolucionando a un ritmo que deja muy atrás a los antiguos genes.

El nuevo caldo primigenio es el caldo de la cultura humana. Un buen nombre para el nuevo replicador debería evocar la idea de una unidad de transmisión cultural o de imitación. 'Mimeme' exhibe una apropiada raíz griega pero prefiero un monosílabo que recuerde el sonido de "gen". Con la venia de mis amigos classicistas me permitiré abreviar "Mimeme" a "Meme". Palabra que ofrece como ventaja adicional de evocar términos como 'memoria', o al francés '*même*'. Su pronunciación debe rimar con 'gene'.

Ejemplos de memes son melodías, ideas, dichos, modas, formas de hacer calderos o de construir arcos. Los genes se propagan en el pool genético saltando de un cuerpo a otro por vía de espermatozoides o huevos, mientras los memes lo hacen pasando de cerebro a cerebro mediante lo que, en un sentido amplio, es un proceso de imitación. Así, si un científico oye o lee sobre una buena idea, se la comunica a sus colegas o estudiantes o la menciona en sus lecciones. Si la idea gana aceptación se puede decir que se propaga, diseminándose de cerebro a cerebro. Como mi colega N.K. Humphrey lo resume en un borrador de este capítulo: "... técnicamente y no meramente de manera metafórica, los memes deberían verse como formas vivas.(3) Si usted siembra un meme fértil en mi mente, usted está literalmente parasitando mi cerebro al convertirlo en un vehículo de la propagación del meme tal como un virus parasitaria el mecanismo genético de la célula receptora. Esto no es solo un modo de hablar. El meme "creer en la vida después de la muerte", por mencionar alguno, ha conquistado su espacio físico en el sistema nervioso de millones de personas en todo el mundo." (Traducción del autor)

“...The approach I adopt here is that techniques--in the narrow sense of the word, namely, the knowledge of how to produce a good or service in a specific way--are analogues of species, and that changes in them have an evolutionary character.”²²

Adicionalmente, abunda la literatura que señala como fases del conocimiento la generación y la selección, sin alusión directa a su equivalente genético. Veamos por ejemplo estos párrafos de “Why the law of effect will not go away” (Dennett 1979):

“The poet Paul Valéry said: 'It takes two to invent anything.' He was not referring to collaborative partnerships between people but to a bifurcation in the individual inventor. 'The one', he says, 'makes up combinations; the other one chooses, recognizes what he wishes and what is important to him in the mass of the things which the former has imparted to him. What we call genius is much less the work of the first one than the readiness of the second one to grasp the value of what has been laid before him and to choose.’” (pp. 169)

“One does not want to be the generator, then. As Mozart says of his musical ideas: 'Whence and how do they come? I do not know and I have nothing to do with it.' Nor does one want to be just the tester, for then one's chances of being creative depend on the luck one has with one's collaborator, the generator. The fundamental passivity of the testing role leaves no room for the 'creative self'. But we couldn't have hoped for any other outcome. If we are to have an adequate analysis of creativity, invention, intelligence, it must be one in which intelligence is analysed into something none of whose parts is intelligence, and at that level of analysis, of course, no 'self' worth identifying with can survive.”²³ (pp. 187)

En la literatura de especulación y divulgación científica se ha sugerido incluso una especialización cerebral que atribuye al lóbulo derecho la creatividad –generación- y al lóbulo izquierdo el análisis –selección-. Ver por ejemplo “The Right Mind: Making Sense of the Hemispheres” (Ornstein 1998) y más genéricamente “The Dragon of Eden” (Sagan 1977). Sin embargo, para efectos de este trabajo esta referencia es de interés colateral, no siendo relevante qué tan localizadas cerebralmente puedan estar o no las fases del conocimiento.

La expresión “ensayo y error” o “prueba y error”, casi un lugar común, alude al método de eliminar o reducir el error generando o probando formas o teorías y seleccionando la que más se acerque al objetivo. Este tipo de expresiones equivalen pues en el fondo a “generación y selección”.

4.6.1.2. El ciclo completo del conocimiento: Generación, prueba y selección

Es necesario postular una fase intermedia entre la de generación y la de selección, con partes de cada una, ya que la selección se basa en comparaciones de resultados o, más propiamente, en comparaciones sucesivas de avances o resultados parciales, por lo que las formas generadas deben activar aunque sea el más ligero avance de ejecución, puesta en práctica, experimentación o desarrollo. De otro modo no habría ningún atisbo de prueba. En la analogía genética no podríamos hablar de la selección natural de mutaciones del genotipo si éstas no hicieran al menos un intento o ensayo de convertirse en fenotipo, es decir, la prueba de desarrollarse, nacer o vivir. La propia expresión “ensayo y error” recoge en su primer término tanto la generación como la acción que sigue a la generación y que es justamente lo que se somete a prueba.

De manera que hablaremos de tres fases válidas para ambas caras de esta analogía entre evolución genética y conocimiento: generación, prueba y selección. Diremos pues que el

²² “...La aproximación que adopto aquí es la de que las técnicas –en un sentido restringido del término, vale decir, el conocimiento de cómo producir un bien o servicio de un modo específico- son análogas a las especies, y que los cambios en ellas son evolutivos”. (Traducción del autor)

²³ “El poeta Paul Valéry dijo: 'Hacen falta dos para inventar algo.' No se refería a la colaboración entre personas sino a una bifurcación en el inventor individual. 'Uno de ellos hace cuantiosas combinaciones mientras el otro escoge, reconoce la que desea y la que le es más importante. Lo que llamamos genio es en mucha menor medida el trabajo arduo del primero que la disposición del segundo para evaluar y escoger de entre lo que aquél le suministra.’”

“Así que uno preferiría no ser el generador. Como lo dijo Mozart sobre sus ideas musicales: 'No se de dónde ni cómo me vienen ni tengo nada que ver con ello.' Pero tampoco quisiera uno ser solamente el probador, ya que la oportunidad de ser creativo quedaría reducida a la suerte que uno pueda tener con su colaborador, el generador. La pasividad del rol de probador no da lugar al 'ser creativo'. Pero no podríamos esperar otra cosa. Si deseamos un análisis adecuado de la creatividad, la invención, la inteligencia, al analizar la inteligencia veremos que se trata de algo que no está compuesto por partes que son inteligencia y que a ese nivel del análisis, ningún 'yo' sobreviviría.” (Traducción del autor)

conocimiento, análogamente a la evolución genética, es un ciclo que 1) comienza con la generación esencialmente errática de formas en el cerebro, 2) continúa con el intento del organismo de plasmarlas en su comportamiento, esto es, experimentarlas o ponerlas en práctica y 3) culmina con la relación o comparación en el mismo cerebro o en el de eventuales observadores, del beneficio autoproducido de cada forma, con el consiguiente desvanecimiento de las menos beneficiosas.

La fase de generación corresponde con lo que en un lenguaje más común llamamos imaginación, inspiración, creatividad etcétera; la fase de prueba con los impulsos que activan al organismo a probar, a experimentar algo, y la fase de selección con la memorización, relato, relación, registro, comparación, significación, evaluación etcétera.

En un lenguaje más recurrido por la ciencia y la filosofía, la fase de generación corresponde con la observación casual de un objeto o fenómeno, las primeras interpretaciones que hacemos de él; la fase de prueba corresponde con el análisis de lo observado o interpretado y la fase de selección con la síntesis obtenida de dicho análisis, misma que al ser comparada con otros resultados o síntesis nos permitirían afirmar que se trata de conocimiento nuevo o un caso más de algo conocido o incluso una observación no concluyente, falsa, ilusoria o requerida de mayor análisis.

Tenemos también una correspondencia ilustrativa entre las fases del conocimiento y las partes gramaticales de la oración: La fase sintáctica es claramente la más subjetiva; corresponde al sujeto de la oración. La fase pragmática corresponde de modo bien evidente al verbo, que es la acción a realizar por el sujeto. Y la fase semántica completa la oración con el objeto del verbo, formando en conjunto el predicado. Esta correspondencia es bastante lógica ya que al final de un ciclo del conocimiento lo que tenemos es una oración, una sentencia, una afirmación que enriquece el repertorio semántico de un individuo, al enlazar una forma errática, subjetiva, con una acción, o intento de acción, sobre un objeto. Tomemos como ejemplo la sentencia “Acercarme al fuego produjo esta quemadura”. El sujeto es “Acercarme al fuego”, que representa una iniciativa del sujeto, una posibilidad generada en su fase sintáctica; el verbo o acción es “produjo”, que representa una acción, o sea, la fase pragmática; el objeto de la acción del verbo es “la quemadura” y el predicado es “produjo esta quemadura”, lo que, referido al sujeto, completa la oración. Y es esta oración completa, esta sentencia, lo que se añade al conjunto de experiencias, resultados o significados que conforman la red semántica del individuo. Desde luego, la mayor parte de las oraciones no constituyen ejemplos tan evidentes. En la oración “Quiero”, digamos, no es tan fácil encontrar sus correspondencias con las fases del conocimiento. El tácito “yo” queda abierto a cualquier posibilidad sintáctica al no mencionar ninguna. Lo mismo ocurre con el objeto de la acción “quiero”. Sólo la correspondencia con la fase pragmática está definida, por el verbo. En todo caso, no se trata aquí de ser exhaustivos al establecer esta correspondencia. Basta que se de en algunas ocasiones para que nos permita reforzar esta exposición con una referencia a la muy estudiada relación del conocimiento con el lenguaje. Véanse por ejemplo “*The Language of Thought*” (Fodor 1974) y “*Syntactic Structures*” (Chomsky 1957).

Finalmente, las fases del conocimiento corresponden con las tres condiciones de un sujeto del conocimiento (ver el subtítulo “4.2.1. Tres condiciones definitorias” del título “4.2. EL SUJETO DEL CONOCIMIENTO”, de este trabajo). Como hemos dicho, el sujeto del conocimiento es un ente autoproducido o bien un instrumento de autoproducción y como tal cumple con las condiciones sintáctica o ‘legislativa’, pragmática o ‘ejecutiva’, y semántica o ‘judicial’. En efecto, la generación errática de formas en el cerebro (o en el seno de cualquier grupo deliberante, consejo, parlamento etcétera) es una fase sintáctica o legislativa, porque esas formas en principio no se relacionan necesariamente con la realidad u otras formas. Pero desde las primeras señales de activación generadas por cada forma comienza su contraste con la realidad –fase pragmática o ejecutiva- y tarde o temprano –muchas veces en el momento mismo de su “ocurrencia”-, termina –fase semántica o judicial- retractada como impulso alocado, idea absurda, sueño, ilusión, intención peregrina o perversa, o bien imponiéndose, algunas más que otras, como pautas de acción del organismo o del grupo, como modelos de comportamiento o como normas a seguir. Cada forma retractada o fallida en su realización queda como un recuerdo que significa falla y remite tal vez a la forma que la reemplazó con más éxito, aumentando o actualizando una red de comparaciones o relaciones entre las distintas formas, constituyendo la experiencia o memoria personal o de grupo, el relato, la minuta, la crónica, la historia, el prontuario, el diario, el balance de contraloría, el historial de sentencias o jurisprudencia que, precisamente, permiten juzgar y en ocasiones reprimir la ocurrencia de nuevas formas fallidas. Aunque por la velocidad con la que se cumple este ciclo, en particular la velocidad con que se retractan muchas formas antes de que incluso seamos concientes de ellas, puede parecernos que nuestro cerebro, o grupo de ellos, no genera en realidad tantas formas erráticas por cada forma finalmente aprobada.

En el siguiente cuadro describimos sucintamente las fases del conocimiento junto a sus equivalencias organizativas, genéticas, gramaticales y del lenguaje común.

Fases del conocimiento y algunas equivalencias

Fase	Descripción	Equivalencia				
		organizativa	genética	gramatical	lógica	de lenguaje común
Sintáctica	Genera formas erráticas de alcanzar un objetivo	Legislativa	Mutación genotípica	Sujeto	Generación	Imaginación, inspiración, creatividad, interpretación de una observación etc.
Pragmática	Activa movimientos hacia el objetivo según las formas generadas	Ejecutiva	Intento de desarrollo del fenotipo	Verbo	Prueba o selección pragmática	Activación, experimentación, intento, ensayo, análisis etc.
Semántica	Compara los avances con los activados por otras formas y marca como fallida las menos acertadas, permaneciendo la más acertada como la forma de acercarse al objetivo	Judicial / Contralora	Selección natural, selección sexual	Objeto (complemento del verbo y junto a éste, el predicado)	Selección semántica	Relación, evaluación, asignación de significado, síntesis, etc.

Tabla 4

Antes de cerrar esta definición de las fases del conocimiento conviene aclarar, para evitar confusiones, que lo que en este trabajo llamamos -y en la literatura pertinente se suele denominar- “Generación de conocimiento” no corresponde con lo que en esta sección hemos llamado “fase de generación” ya que ésta se refiere solamente a la fase de generación de formas erráticas mientras que la generación de conocimiento incluye también las restantes dos fases, es decir, incluye el ciclo completo.

4.6.1.3. Red semántica y red pragmática

Conviene precisar que lo que en este trabajo llamamos repertorio semántico, red semántica o tejido semántico, así como repertorio pragmático, red pragmática o tejido pragmático no es otra cosa que la red de relaciones semánticas (informacionales o información-información), así como relaciones pragmáticas (infoenergéticas o información-energía-materia), respectivamente, soportada por la red de neuronas del cerebro de cada individuo, más sus extensiones artificiales o extra-somáticas. Estas extensiones son soportes de información constituidos por objetos del entorno, como piedras o troncos, que soportan marcas desde químicas hasta grafológicas; son pergaminos, papiros, libros, publicaciones periódicas, emisiones radioeléctricas, redes informáticas y cualquier otro medio informativo al que el individuo tenga acceso frecuente y sin más restricciones, en comparación con su memoria cerebral, que una eventualmente menor velocidad de acceso. Por ejemplo, cuando un individuo consulta cotidianamente su libretto telefónico o cierta página Web, éstos se constituyen en extensiones artificiales de su soporte neuronal. La información semántica contenida en ellos es parte de la red semántica del individuo y la forma de obtenerla –la destreza o habilidad para consultar el libretto telefónico o la página Web- es parte de su red pragmática.

Destacamos además que las relaciones que conforman la red semántica o pragmática no provienen solamente de la experiencia de cada individuo ni, como veremos más adelante, de su aprendizaje. También los genes fijan en el cerebro algunas de ellas. Son éstas las que llamamos comúnmente propensiones instintivas, habilidades innatas etcétera.

4.6.1.4. Sentencias y paradigmas como cierres parciales del ciclo

El ciclo del conocimiento en su conjunto no se cerrará, por definición, mientras los entes autoproductivos sigamos generando y probando formas de ser más autoproductivos. El límite

puede estar en uno o más de los “límites objetivos del conocimiento” mencionados en la sección precedente así titulada.

Ahora bien, en el avance podemos hablar de cierres parciales o provisionales del ciclo. Cada vez que generamos una forma errática, la probamos y obtenemos un resultado comparable con otros, podemos decir que completamos un ciclo. El simple dar un paso con nuestros pies en suelo extraño suele conllevar prefiguraciones erráticas seguidas de un tanteo del suelo y la selección de la prefiguración correspondiente al paso más seguro. Allí completamos un ciclo. Allí añadimos al tejido semántico una afirmación o sentencia: “Esta parte del suelo es insegura” o “Ésta es la parte segura”, por ejemplo. Sin embargo, este ciclo forma parte de uno mayor, como el recorrido completo del camino, digamos. Avanzado el camino podremos decir, quizá, “El camino es inseguro”, con lo que aunque una parte del suelo haya sido segura, el resultado en su conjunto no lo es. O bien podremos darnos cuenta de que lo que antes creímos y sentenciamos como seguro no lo es, en cuyo caso el ciclo aumenta volviendo a una sentencia anterior para negarla.

Luego, el que un conjunto de ciclos simples compongan uno mayor y así sucesivamente, puede interpretarse como una sucesión de capas o niveles de resolución, limitadas inferiormente por los ciclos más elementales posibles y siempre abierta en su esfera superior, correspondiente al ciclo del conocimiento en su conjunto. Esto puede visualizarse también como una espiral donde la apertura de los ciclos más interiores es inapreciable y prácticamente inexistente, pero se va ensanchando a medida que nos acercamos al ciclo más exterior, que, ese sí, está francamente abierto, inconcluso. De este modo expresamos que en realidad los cierres son siempre relativos y por lo tanto parciales o provisionales. Pueden servir como base segura para emprender el siguiente paso pero puede que el camino al final no tenga salida y haya que desandar los pasos dados.

Pero buena parte de las formas erráticas de la fase sintáctica ni siquiera llegan a cerrar un ciclo elemental. Quedan descartadas al producirse la más leve señal de activación de la fase pragmática, la cuál es abortada cuando la señal de respuesta no supera la comparación con otras en la fase semántica. De un modo que recuerda los procedimientos judiciales y de contraloría, las tentativas de sentencias no llegan a agregarse al tejido semántico de un individuo (o no conforman jurisprudencia, en el símil judicial) hasta completar las fases previas.

El que cada sentencia o paso de un camino se considere acertado o no según el sentido que define el camino, y que el propio camino sea a su vez un paso de un camino mayor que a su vez pueda ser errado o poco concluyente, es a grandes rasgos la estructura que Kuhn describió con mucha mayor concisión en “*The Structure of Scientific Revolutions*” (Kuhn 1970). En su célebre ejemplo de los paradigmas Newtoniano y Einsteiniano mostró cómo el primero es un camino que se creía completo hasta que fue percibido como parte o caso especial del segundo. Al relativizar el espacio y el tiempo frente a la velocidad de la luz, Einstein mostró la brecha antes inapreciable en el ciclo de la física newtoniana, prolongándola hacia la siguiente vuelta espiral. Lo que Kuhn llama “ciencia normal” son los pasos de avance que se dan dentro de un camino ya proyectado o trazado; la revolución científica ocurre cuando se abre un nuevo camino, un ciclo distinto o mayor. Antes de Einstein no se cuestionaba lo absoluto del espacio y el tiempo. Se daba por sentado; no era parte del juego de demostración de hipótesis sino la mesa, el marco dentro del que otras hipótesis se barajaban. Las abundantes demostraciones y desarrollos de las hipótesis newtonianas culminaron en esa gran síntesis o sentencia que son las ecuaciones de la mecánica clásica. Un ciclo del conocimiento cumplido, cerrado, aparentemente sin fisuras. Pero fue precisamente en la hipótesis marco donde Einstein vio ese mínimo desvío que prolongó la línea del círculo en espiral.

Podríamos decir que con la fase semántica de cada ciclo del conocimiento queda establecida una sentencia o concluido un paradigma, del que sin embargo siempre hay la posibilidad de que se escape el extremo no conectado de una relación, dando lugar a nuevas formas erráticas que a su vez conforman una nueva fase sintáctica y así sucesivamente.

4.6.2. La transferencia de conocimiento

Entre las formas autoproduktivamente beneficiosas que los genes fijan en el cerebro de un organismo, algunas predisponen a ciertas especies a comunicar a sus descendientes e incluso a sus congéneres la información cerebral no obtenida genéticamente. De este modo se extiende la reproducción de la información desde la genética a la cerebral.

4.6.2.1. La transferencia como reproducción del conocimiento

La reproducción de las formas es un requisito de su prueba y selección evolutiva. Las formas que no se reproducen sobre más y más porciones de materia o energía tienden a desvanecerse. Su reproducción es la medida de su selección. En el caso del conocimiento, su reproducción implica su transferencia a un ente autoprodutor o a un instrumento de autoproducción, ya que como vimos en secciones precedentes, estos entes son sus únicos soportes materiales.

En el caso de transferencia a un ente autoprodutor hablamos de comportamientos de enseñanza / aprendizaje, educación y en general cualquier modo de ampliación de las posibilidades del receptor; en el caso de un instrumento de autoproducción hablamos de adoctrinamiento, programación, imposición de modelos de conducta y en general cualquier modo de definición de las posibilidades del receptor. Aunque en realidad ambos extremos son ideales y lo que ocurre por lo general es una combinación más o menos cercana a uno de ellos. Uno podría afirmar que el padre que obliga a su hijo a caminar de un modo “correcto” le limita otras posibilidades de movimiento; y así mismo, que el manipulador que inserta a un incauto en su rama de una pirámide comercial o financiera sin fondo, le amplía sus posibilidades de ganarse la vida.

En todo caso, el resultado general de la reproducción del conocimiento, o reproducción cultural, es el enriquecimiento pragmático y semántico del conjunto formado por emisores (padres, otros adultos, maestros, sabios, personajes modélicos o dominantes etcétera) y receptores (crías, hijos jóvenes, aprendices, alumnos, estudiantes etcétera). Aún en los casos donde la reproducción del conocimiento se orienta a limitar las posibilidades del receptor para que sólo sea instrumento del emisor, la historia muestra cómo tarde o temprano el resultado es de enriquecimiento y no de limitación o empobrecimiento. Así, las grandes opresiones religiosas o ideológicas, como la Inquisición en el mundo católico o las revoluciones culturales de referencia marxista, respectivamente, e incluso las promociones por vía publicitaria de conductas consumistas en el capitalismo rudo, apenas logran suprimir temporalmente las manifestaciones de posibilidades diferentes o contrarias y terminan aumentando el repertorio de experiencias nefastas en la semántica de cada individuo. Las culturas están llenas de expresiones e implicaciones que previenen de las experiencias nefastas. “La revolución devora a sus hijos”, por ejemplo, recuerda a los revolucionarios el tajo de la guillotina en el cuello de su propulsor, Robespierre, o el asesinato de Trotsky por órdenes del régimen que él contribuyó a erigir.

La reproducción del conocimiento es continuación de la reproducción de la información genética; las diversas formas de comunicación, los lenguajes y las conductas de enseñanza / aprendizaje son formas de transmisión y recombinación cultural, tal como el sexo es una forma de transmisión y recombinación genética. De un modo análogo a como la reproducción sexual permite generar nuevas combinaciones genéticas a partir de las combinaciones ya probadas por los padres y por lo tanto sin depender solamente de las mutaciones completamente al azar, tenemos que la reproducción cultural, a través de las diversas formas de comunicación entre individuos permite enriquecer la información cerebral a partir de experiencias ya probadas por padres, maestros y demás emisores de conocimiento en un grupo o sociedad, evitando que cada individuo tenga que experimentar todo desde cero, por así decirlo.

4.6.2.2. La transferencia pedagógica

La pedagogía, la docencia, ha evolucionado a lo largo de milenios hacia facilitar la transferencia del conocimiento. Podemos advertir una correspondencia entre conceptos que le son propios y las fases del conocimiento postuladas aquí. El concepto de aprendizaje teórico, por ejemplo, corresponde claramente a la comunicación semántica, mientras que el de aprendizaje práctico corresponde a la fase pragmática. En “*The Relation Between Theory and Practice: Back to the Classics*” (Kessels and Korthagen 2001) leemos, por ejemplo:

“...several authors, especially in the philosophical domain, referred to the classical controversy between Plato’s and Aristotle’s conceptions of rationality (episteme vs. phronesis).”

y más adelante

“Nowadays we can find many classifications in the literature that clarify different conceptions of knowledge: for example, public versus personal knowledge, molecular versus holistic knowledge, knowledge as given versus knowledge as problematic, knowledge by acquaintance versus knowledge by description, declarative versus procedural knowledge, knowing how versus knowing that. Haven’t we made too much progress in 2,500 years to return to the very beginning of the debate?”

As a matter of fact, it appears not. Centuries ago, the same type of problems

now confronting teacher educators were thoroughly studied by philosophers, resulting in a fruitful theoretical framework of which most modern researchers are not aware.”

Tomemos por ejemplo la enseñanza / aprendizaje sobre conducción de automóviles. Al comunicarle al alumno de manera teórica las combinaciones de posibilidades del manubrio y demás instrumentos y dentro de ella cuáles son las correctas e incorrectas, la lección se circunscribe a la fase semántica. La fase pragmática corresponde a la lección práctica y requiere que el alumno tome el manubrio y conduzca, eventualmente bajo la supervisión del maestro.

La pedagogía tradicional se inclina por maximizar la transferencia semántica y minimizar la transferencia pragmática. Así lo demuestra sin lugar a dudas la proporción de horas que la educación formal dedica a la teoría en el aula respecto a las que dedica a los laboratorios, prácticas de campo o pasantías. Tanto es así, que se suele acusar a la pedagogía de ser demasiado débil en la enseñanza práctica. Es un lugar común afirmar que mientras en las sesiones de maestro-alumno “sólo” se transmite conocimiento teórico, “el verdadero” aprendizaje es el práctico y se realiza “en la calle”, con la puesta en práctica de las posibilidades, para mal o para bien.

Sin embargo, antes que una debilidad, todo indica que maximizar la transferencia semántica y minimizar la transferencia pragmática es un depurado resultado de la larga evolución de la pedagogía, tomando en cuenta que la transferencia pragmática es la que consume más tiempo y recursos. La transferencia semántica es de relaciones de información, mientras que la transferencia pragmática conlleva relaciones de información con materia y energía. Los medios por los que se realiza la fase semántica son en general medios neurales, idiomáticos o electrónicos mientras que la transferencia pragmática no puede realizarse sin activar y obtener respuesta de dispositivos energético-materiales como músculos, motores etcétera. En el fondo, sin la minimización de la fase pragmática, cada individuo debería “volver a vivir” experiencias que ya ocuparon las vidas de sus antecesores, desperdiándose así las síntesis logradas por estos y limitando en esa medida el avance del conocimiento.

Ahora, si bien la adaptación evolutiva de enseñanza / aprendizaje tiende a disminuir la duración y las dificultades en la transferencia de conocimiento mediante la maximización semántica y la minimización pragmática, ésta se tropieza con al menos tres factores que la restringen: 1) no todas las experiencias alcanzan suficiente definición semántica como para ser comunicadas sin ayuda de un complemento pragmático. Por ejemplo, no siempre se puede precisar hasta dónde es prudente aproximarse al fuego sin hacer referencia a la experiencia del calor; no siempre se puede comunicar una destreza física o artística sin demostraciones prácticas y ejercitación, 2) aunque la definición semántica fuese elevada, no siempre comunicar una experiencia de una manera puramente semántica toma menos esfuerzo que hacerlo con la ayuda pragmática. Por ejemplo, puede requerir más esfuerzo comunicar la semántica de prudencia frente al fuego que dejar que el aprendiz se acerque prudentemente a él; es en general más fácil que el alumno aprenda los movimientos del pincel imitando los del maestro que a través de la lectura de instrucciones y 3) la selección evolutiva requiere que aún las experiencias más asentadas estén siempre sujetas a readaptación, revisión, afinación, actualización etcétera, lo que se traduce en desconfianza cultural, en duda metódica, implicando ello la necesidad de frecuente confirmación pragmática por parte de individuos o grupos.

Así pues, la insuficiente definición semántica, el mayor esfuerzo comunicacional en algunos casos y la necesaria actualización de las experiencias son restricciones a la maximización semántica y la minimización pragmática. La primera y la tercera hacen claramente inevitable el recurrir a la fase pragmática del conocimiento.

4.6.2.3. La cultura como conocimiento social

Cuando varios individuos comparten un conocimiento, bien sea por experiencia directa o por comunicación de experiencia de otros individuos, podemos hablar de una experiencia común o socialmente compartida. Hablamos de una cultura. Así, la afirmación “acercarse al fuego puede causar quemaduras” está seguramente presente en los tejidos semánticos de más de un individuo.

Ocasionalmente empleamos en este trabajo expresiones como “conocimiento social”, “semántica social”, “praxis social”, “semántica compartida”, “praxis compartida”, “contexto semántico

compartido” o “contexto pragmático compartido” en lugar de cultura, para resaltar la relación de ésta con el ciclo del conocimiento y el resultado de su comunicación.

La cultura, el conocimiento social es la parte de la información semántica y pragmática de cada individuo que también está presente en las redes semánticas y pragmáticas de la mayoría o al menos de buena parte de los miembros de su sociedad (ver la sección “4.6.1.3. Red semántica y red pragmática”). En términos más formales, el conocimiento social es el conjunto constituido por la intersección de las redes semánticas y pragmáticas de los individuos de un conjunto. Ninguno de sus elementos es una entidad distinta de los elementos de dicha intersección.

En una interpretación amplia el conocimiento social incluye también aquel conocimiento individual no compartido por los demás, por cualquier motivo, pero disponible, esto es, no mantenido en secreto o en reserva, para ser compartido en cualquier momento.

De este modo asentamos que la expresión “conocimiento social” en este trabajo no alude a entidad alguna desprendida de, o ajena a, la red de relaciones soportadas por la red de neuronas de los cerebros y ciertas extensiones artificiales de éstos, y por lo tanto no admite las connotaciones metafísicas que sobre todo a partir de la psicología de Jung se han difundido acerca de los “arquetipos” o el “inconsciente colectivo”. Sobre los temas de Jung que han dado lugar a dichas connotaciones, véase la recopilación “*The Archetypes And The Collective Unconscious*” (Jung, Adler et al. 1981).

Sí admitimos, en cambio, que la parte de las relaciones que son prefijadas en la red semántica de cada individuo por sus genes (comúnmente calificadas de instintivas, innatas etcétera) guardan alguna correspondencia con conceptos como los arquetipos de Jung, dado que no son producto de la experiencia individual ni del aprendizaje social, sino que “ya estaban allí” antes de la cultura y son compartidas por toda la especie o, al menos, por algunos grupos o razas dentro de la especie.

4.6.3. La transferencia de conocimiento como transferencia de información

El tema de la transferencia de conocimiento pasa por el de si es o no transferencia de información y, más generalmente, por el tema del conocimiento como información. En la sección “4.5. CONOCIMIENTO E INFORMACIÓN” tomamos posición sobre algunos aspectos del tema. En lo que sigue nos corresponderá tratarlo en los aspectos concernientes al conocimiento explícito, conocimiento tácito y conocimiento implícito.

En Gerencia del Conocimiento, al hablar de transferencia de conocimiento, explícito o tácito, se asume cierta capacidad cognitiva común entre el emisor y el receptor. Más aún, se asume por lo general que ambos son humanos. Cuando no se cumple la condición de una capacidad cognitiva común, se podría estar hablando de transferencia de información, pero no de conocimiento, ya que si el emisor o el receptor no pueden “conocer”, lógicamente no podrían transferirse conocimiento entre ellos. Para los efectos de este trabajo podemos hablar de transferencia del conocimiento sólo cuando el emisor y el receptor son sujetos del conocimiento (ver sección 4.2. EL SUJETO DEL CONOCIMIENTO).

Por otra parte, las expresiones “conocimiento tácito” y “conocimiento implícito” han sido objeto de diversos usos, interpretaciones, desarrollos o definiciones no siempre convergentes en lo que respecta a la transferencia de conocimiento y la información. Los conceptos de emisor de conocimiento y receptor de conocimiento también divergen y abren la discusión sobre qué diferencia a un emisor o receptor cognoscente de un instrumento de almacenamiento, comunicación o procesamiento de información. Así, un libro no es un emisor de conocimiento, sino instrumento de la transferencia del conocimiento del autor a un lector capaz de conocer. Pero la diferencia no se ve tan clara cuando en lugar de un libro hablamos de un sistema informático capaz de transformar información como parte de su capacidad de procesarla.

Estas citas dan una idea del estado de esta discusión en años recientes:

En “*A Framework for Practising Knowledge Management*” (Armistead and Meakins 2002) encontramos:

*"... explicit knowledge has become associated with information (and information systems), and tacit knowledge linked to models and behaviours that are considered to aid its expression and transfer"*²⁴

En "Book Reviews and Review Briefs on Dixon, Nancy M., 2000, "Common Knowledge: How Companies Thrive On Sharing What They Know" (Burrows 2001) leemos

*"There has been much discussion on the need for technology transfer, but if one takes a holistic approach this can be seen as a sub-system of information transfer."*²⁵

En "Managerial concerns in knowledge management" (Lang 2001) tenemos:

*"Knowledge differs markedly from information and data. At rock bottom, knowledge is socially constructed in discourse communities. Because knowledge is not synonymous with information, IT cannot deliver knowledge management. Since there will always be uncodified or uncodifiable knowledge content and contexts - given the social nature of knowledge - several barriers to the creation and utilization of knowledge exist."*²⁶

En "Implementing a Knowledge Management Programme from the Bottom Up" (Daniels-Dwyer 2000) se reconoce que

*"It is straightforward to say that 'knowledge' is not 'information', but less straightforward to say what the difference is between the two ..."*²⁷

En "Knowledge, explicit and implicit (philosophical aspects)" (Davies 2001) tenemos

*"The notions of explicit storage and implicit representation under discussion in this section belong with mechanistic theories about the storage and processing of information. They could be applied to any information-processing systems and have no special connection with human subjects. Even in the case of human subjects, information might be explicitly stored yet not accessible to consciousness and not available to the subject for verbal report."*²⁸

En "Creative Management (2nd Edition)" (Henry 2001) vemos este comentario sobre "The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation" (Nonaka and Takeuchi 1995):

"They draw a clear distinction that knowledge is not information, but is '...about beliefs and commitment...action...meaning.' It is '...a dynamic human process of justifying personal belief toward truth... essentially related to human action.'" ²⁹

En "The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation" (Nonaka and Takeuchi 1995) vemos

²⁴ "... se ha asociado el conocimiento explícito con la información (y sistemas de información), y el conocimiento tácito se ha vinculado con modelos y comportamientos que se considera facilitan la expresión y transferencia del primero" (Traducción del autor)

²⁵ "Se ha discutido mucho sobre la necesidad de la transferencia de tecnología, pero desde un punto de vista holístico ello puede verse como un sub-sistema de transferencia de información." (Traducción del autor)

²⁶ "El conocimiento se diferencia notablemente de la información y la data. En el fondo, el conocimiento se construye socialmente a partir del discurso común. Dado que el conocimiento no es sinónimo de información, la gerencia del conocimiento no se puede basar en las tecnologías de la información (IT). La estructura social del conocimiento siempre interpondrá a la creación y utilización del conocimiento la barrera del contexto o el contenido no codificado o no codificable." (Traducción del autor)

²⁷ "Se afirma con exactitud que el 'conocimiento' no es 'información', pero la exactitud no es la misma cuando se trata de establecer las diferencias entre ambos ..." (Traducción del autor)

²⁸ "Las nociones de almacenamiento explícito y representación implícita que se discuten en esta sección pertenecen a teorías mecanicistas sobre el almacenamiento y procesamiento de información. Pueden ser aplicadas a cualquier sistema de procesamiento de información y no tienen ninguna conexión especial con lo humano. Incluso en el caso de que las tuviese, la información podría estar explícitamente almacenada y aún así no ser accesible a la conciencia ni estar disponible al humano en forma verbal." (Traducción del autor)

²⁹ "Distinguen claramente el conocimiento de la información afirmando que '...de trata de creencias y compromisos...acción...significado.' Es '...un proceso humano y dinámico de justificación de las creencias personales en búsqueda de la verdad... esencialmente ligado a la acción humana." (Traducción del autor)

*“An organization cannot create knowledge without individuals. We need to look at both tacit (personal, context-specific) knowledge and explicit (codified) knowledge. Knowledge conversion happens between those two, with Westerners emphasizing explicit and Japanese the tacit knowledge.”*³⁰

En “Information vs. Knowledge: The Role of intranets in Knowledge Management” (Stenmark) vemos

- *“Building on Polanyi's theories, I argue that all knowledge is tacit, and what can be articulated and made tangible outside the human mind is merely information. However, information and knowledge affect one another. By adopting a multi-perspective of the intranet where information, awareness, and communication are all considered, this interaction can best be supported and the intranet can become a useful and people-inclusive KM environment.”*
- *“Is there any explicit knowledge? If so, what is the difference between explicit knowledge and information? These seem to be important questions and fundamental to our understanding of knowledge management from an IS/IT perspective. It is therefore surprising to see that they remain unanswered.”*³¹

Y en “The skill of writing is to create a context in which other people can think” (Efimova 2004) llaman la atención estas afirmaciones:

- *“Knowledge doesn't exist "out there": products and artifacts only represent knowledge that people have. Explicit knowledge is information.”*
- *“Knowledge sharing doesn't exist, it's about at least two processes: one person tries to articulate knowledge creating artifacts (e.g. blog posts :) while another one uses artifacts to (re)construct knowledge. This is more obvious in asynchronous or mediated settings, while conversations are closer to co-construction, but any conversation still has micro steps of articulation / (re)construction.”*
- *“Effective knowledge sharing is about facilitating (re)construction of knowledge: articulating in a way that is easier for another person to interpret. At this end effective knowledge sharing is about learning on one side and facilitating it on another.”*
- *“If "facilitator" and "learner" share contexts one word could be enough to (re)construct the knowledge, if not the role there is need for more contextual information.”*³²

³⁰ “Una organización no puede crear conocimiento si no cuenta para ello con sus individuos. Debemos considerar tanto el conocimiento tácito (personal, propio del contexto) como el conocimiento explícito (codificado). Se da la conversión del conocimiento entre ambos, con énfasis en lo explícito por parte de los occidentales y en lo tácito por parte de los japoneses.” (Traducción del autor)

³¹ - “Las teorías de Polanyi son argumento para afirmar que el conocimiento es tácito y que todo aquello que puede ser articulado o hecho tangible fuera de la mente humana es meramente información. Sin embargo, la información y el conocimiento se afectan mutuamente. Si adoptamos una perspectiva múltiple de la Intranet, que considere en su conjunto la información, la conciencia y la comunicación, esta interacción queda mejor soportada y la intranet puede llegar a ser un entorno de gerencia de conocimiento muy útil e inclusivo para las personas.”

- “¿Hay un conocimiento explícito? Si lo hay ¿cuál es su diferencia con la información? Estas parecen ser interrogantes importantes y fundamentales para nuestra comprensión de la gerencia del conocimiento desde el punto de vista de los Sistemas de Información y las tecnologías de la información (IS/IT) . Por lo que resulta sorprendente que permanezcan sin respuesta.” (Traducción del autor)

³²

“El conocimiento no existe ‘ahí fuera’: los productos y artefactos solo representan el conocimiento de la gente. El conocimiento explícito es información”.

“Compartir el conocimiento no es un proceso por sí mismo, sino al menos dos: una persona intenta articular el conocimiento creando artefactos (como por ejemplo un weblog) mientras otra lo usa para (re)construir el conocimiento. Esto se hace más obvio en configuraciones asincrónicas o intermediadas, mientras que las conversaciones se acercan más a la co-construcción del conocimiento. Pero incluso la conversación se articula mediante micro-pasos y por lo tanto implica una (re)construcción del conocimiento.

“Compartir el conocimiento de un modo efectivo conlleva facilitar la (re)construcción del conocimiento: articularlo de modo tal que sea más fácil para otra persona su interpretación. En este sentido el compartir el conocimiento con efectividad consiste en el aprendizaje, por un lado, y, por el otro, su facilitación.”

Por último, “*Tacit Knowledge - Trends and Issues Alert no. 46*” (Imel 2003) es una amplia revisión de la literatura sobre el tema al primer semestre de 2003.

En cualquier caso, entre el emisor y el receptor siempre fluye información, que puede o no representar un conocimiento del emisor y puede o no convertirse en conocimiento para el receptor.

En lo que sigue situaremos el tema de la transferencia del conocimiento en el marco general de este trabajo: el de las dimensiones de la información.

4.6.3.1. Conocimiento explícito como información semántica

El conocimiento que “podemos decir” es información experimentada, expresada en símbolos, palabras, sentencias, textos y puesta en contexto, esto es, relacionada, comparada con información previa. En efecto, de estar todavía en experimentación o no poder ser expresada sino pragmáticamente en lugar de simbólicamente o no referirse a un contexto previo, entonces no podríamos “decir” sino, a lo sumo, parte del conocimiento.

Ahora bien, haber sido experimentada, poderse representar simbólicamente y referirse a un contexto previo son las condiciones de la información semántica y, más precisamente, de la fase semántica del conocimiento (ver la sección “4.6.1.2. El ciclo completo del conocimiento: Generación, prueba y selección”).

De manera que cuando un emisor “dice” su conocimiento lo que hace es emitir información, información para él semántica; intenta comunicar simbólicamente los resultados de su experiencia. Si la red semántica del receptor resulta enriquecida con ese conocimiento, entonces ha habido transferencia de información semántica, un transferencia de conocimiento explícito. Si recibe una información que no le significa algo similar a lo que significa para el emisor, o sea, una información que no se inserta en su red semántica de un modo similar a como lo está en la del emisor, entonces ha habido transferencia de información, pero no de información semántica, no de conocimiento explícito.

De manera que una transferencia de información puede o no ser transferencia de información semántica, o bien, puede o no ser transferencia de conocimiento explícito, y sólo es una transferencia de información semántica o de conocimiento explícito en la medida en que el contexto semántico del emisor es compartido por el receptor.

En caso de contextos suficientemente compartidos o compatibles, la transferencia de conocimiento explícito le ahorra al receptor su propia experimentación o prueba pragmática de la información recibida, obteniendo el resultado de una experiencia sin necesidad de experimentarla. Por ejemplo, una señal de alarma proferida por un padre cada vez que su hijo se acerca a un insecto y duda sobre su venenosidad, enriquece la red semántica de éste con el resultado de una experiencia de aquél o del primer individuo del mismo grupo o contexto cultural que la experimentó. La señal de alarma del emisor es información que permite al receptor cumplir la fase semántica del ciclo del conocimiento sin pasar necesariamente por la fase pragmática.

Pero en la medida en que los contextos del emisor y el receptor difieren, los símbolos, las palabras serán más “simplemente palabras”, por así decirlo, que verdaderos ahorros pragmáticos para el receptor. Éste probará tales palabras pragmáticamente o las ignorará como ruido, como palabrería sin sentido, en la medida en que le resulten más ajenas, menos significativas o “mucho ruido y pocas nueces”.

Si la información no significa nada para el receptor, o significa algo muy distinto de lo que significa para el emisor, la información que llega al receptor es entonces información errática, sintáctica. Podemos hablar entonces de una transferencia semántico-sintáctica.

La información podría traducir también el conocimiento explícito del emisor en información pragmática para el receptor. Por ejemplo si el emisor conoce explícitamente la conveniencia de alejarse corriendo de un determinado peligro y no se “lo dice” al receptor sino que le grita “¡Vete de ahí corriendo!” logrando que el receptor corra para alejarse del peligro aunque no se entere de la

“Si “el facilitador” y “el aprendiz” comparten contextos, bastaría una palabra para (re)construir el conocimiento; en otro caso el rol requiere de mayor información contextual.” (Traducción del autor)

conveniencia de hacerlo, entonces el conocimiento explícito o información semántica del emisor se habrá traducido en significado pragmático para el receptor, sin que haya habido una comunicación de conocimiento explícito, esto es, sin transferencia de información semántica. Podemos hablar entonces de una transferencia semántico-pragmática.

Hay pues una gradación y no un límite muy definido entre la transferencia de información y la transferencia de conocimiento explícito. Con la transferencia de información la fase semántica del ciclo del conocimiento puede cumplirse parcial o totalmente. La siguiente cita de “*Information vs. Knowledge: The Role of intranets in Knowledge Management*” (Stenmark 2002) lo expresa en otros términos:

*“However, Choo admits that it does not follow that the receiving party immediately can comprehend and correctly value the knowledge due to different language, different level of maturity, or lack of required capabilities [12]. How, then, can it be knowledge? My conclusion is that is not knowledge but information. Although we may not be able to fully describe the face of someone with whom we are familiar, and also unable able to give more than a mediocre description of what really happens when we ride a bike from a scientific perspective, the information provided may still be helpful. Words are thus often needed, even if they cannot fully transfer knowledge.”*³³

4.6.3.2. Conocimiento tácito o *know how* como información pragmática

A diferencia del conocimiento explícito, no se acepta generalmente que el conocimiento tácito sea información o que se pueda transferir como tal. Es por ejemplo un lugar común el señalar diferencias entre “informar” y “formar”, asumiéndose que lo segundo, mucho más que “una mera transferencia de información” es algo así como “la verdadera enseñanza del conocimiento”. Lugar común que se suele adornar profusamente: no sería lo mismo “una enseñanza teórica, abstracta, estéril, alejada de la experiencia de vida...” que “una enseñanza práctica, en contacto fecundo con la realidad y la vida...” ni “una educación memorística o mera transferencia de datos enciclopédicos” que “el enseñar a aprender y a pensar” etcétera.

El conocimiento tácito es efectivamente aquel que se puede enseñar mucho más fácilmente “haciéndolo” que mediante palabras o códigos, resultando esto prácticamente imposible o al menos indeseable en casos como el de la enseñanza / aprendizaje de destrezas físicas o artísticas, como por ejemplo el movimiento virtuoso de un pincel.

El conocimiento que se enseña mejor “haciéndolo” es lo que se suele denominar *know how*. Así, cuando el “qué hacer” es difícil de explicitar, se enseñaría el “cómo hacerlo”, que es precisamente lo que se muestra, se enseña, al hacerlo. En “*Knowledge, explicit and implicit (philosophical aspects)*” (Davies 2001) leemos:

*“The distinction between explicit and implicit knowledge might seem to be connected closely to the familiar distinction (Ryle 1949) between knowledge of a proposition ('knowing that') and possession of a skill ('knowing how').”*³⁴

Ahora bien, no por difícil o incluso imposible de explicitar, el conocimiento tácito deja de ser información. Es información pragmática. Por ejemplo, el modo en que el pintor mueve el pincel es información pragmática. ¿No es información el video de un curso de pintura? ¿No es información también el eventual complemento ambiental o incluso las “vibraciones” que se “transmiten” en ese mismo curso en versión presencial?

³³ “Sin embargo, Choo admite que no se sigue que el receptor pueda comprender inmediatamente y evaluar correctamente el conocimiento, debido a diferencias de lenguaje o de nivel de madurez o bien a falta de las capacidades requeridas [12]. ¿Cómo entonces puede ello ser conocimiento? Mi conclusión es que en efecto, no es conocimiento sino información. Aunque no podamos, desde un punto de vista científico, describir completamente el rostro de una persona que nos resulte familiar ni producir algo más que una descripción mediocre de lo que realmente ocurre cuando vamos en bicicleta, la información que suministramos puede ser de ayuda. Las palabras son necesarias aunque no resulten suficientes para transferir el conocimiento.” (Traducción del autor)

³⁴ “La distinción entre el conocimiento explícito y el implícito podría asemejarse a la distinción más familiar (Ryle 1949) entre el conocimiento de una proposición (‘saber que’) y la posesión de una destreza (‘saber cómo’).” (Traducción del autor). La obra referida en la cita es “*The Concept of Mind*” Ryle, G. (1949). The Concept of Mind. London, Hutchinson's University Library., considerada obra seminal del concepto de *know how*. (Nota del autor).

Es información pragmática, emitida no mediante símbolos o palabras, sino mediante el ejercicio exhibido –enseñado- de conductas por parte del emisor.

Cosa distinta es en qué convertirá esa información el receptor. Un receptor de similar contexto cultural puede tomarla como enseñanza pragmática, tendiendo a experimentar por su cuenta sus variantes o juego. Es como un “ejemplo práctico” que el receptor imita. O bien como la inducción al tanteo pragmático pero limitado, de una posibilidad, con lo que el receptor recibe, sin completar la experiencia, suficientes indicios del resultado ya conocido pragmáticamente por el emisor. En este caso hablamos de transferencia pragmática. El emisor transfirió conocimiento tácito al receptor.

En la medida en que el receptor genere o sintetice un aprendizaje semántico a partir de la información pragmática recibida, podemos hablar de transferencia pragmático-semántica, o transferencia implícita.

Igualmente, en la medida en que la información pragmática del emisor no signifique nada para el receptor o signifique algo distinto pragmática o semánticamente de lo que significa para el emisor, estaremos hablando de transferencia pragmático-sintáctica, pero no de transferencia de conocimiento, ni tácito ni mucho menos explícito. Así, el emisor puede apartarse del fuego para no quemarse y el receptor formarse la idea de que el emisor le está cediendo el paso. Allí el conocimiento tácito del emisor se tradujo en información errática del receptor. El receptor obtuvo alguna información de la praxis del emisor, pero no obtuvo conocimiento.

4.6.3.3. Resumen de transferencia de conocimiento como transferencia de información

En la siguiente tabla se resumen los puntos “4.6.3.1 Conocimiento explícito como información semántica” y “4.6.3.2 Conocimiento tácito o *know how* como información pragmática”.

Conocimiento del emisor	Dimensión informacional del conocimiento	Dimensión de la información obtenida por el receptor	Tipo de transferencia de información	Tipo de transferencia de conocimiento
Explícito	Semántica	Semántica	Semántica	Explícita
Explícito	Semántica	Pragmática	Semántico-Pragmática	Nula*
Explícito	Semántica	Sintáctica	Semántico-Sintáctica	Nula**
Tácito	Pragmática	Semántica	Pragmático-Semántica	Implícita
Tácito	Pragmática	Pragmática	Pragmática	Tácita (transferencia de know how)
Tácito	Pragmática	Sintáctica	Pragmático-Sintáctica	Nula***

Tabla 5

* No hay transferencia de conocimiento explícito porque no se cumple la fase semántica en el receptor, ni transferencia de conocimiento tácito porque no hay información pragmática del emisor

** No hay transferencia de conocimiento explícito porque no se cumple la fase semántica en el receptor, ni transferencia de conocimiento tácito porque no hay información pragmática

*** No hay transferencia de conocimiento explícito porque no se cumple la fase semántica en el receptor, ni transferencia de conocimiento tácito porque no hay información pragmática en el receptor.

4.6.3.4. La compatibilidad entre emisor y receptor

La transferencia de conocimiento como transferencia de información es frecuentemente cuestionada, e incluso ridiculizada, con contraejemplos como este: Si grabo una lección de aritmética transfiero información a la grabadora y sin embargo ella no aprende a sumar. Efectivamente, en los términos empleados en las secciones precedentes, particularmente según la tabla “Resumen de transferencia de conocimiento como transferencia de información”, la transferencia de información del contraejemplo de la grabadora no conlleva transferencia de conocimiento. Es información que se origina como semántica (asumiendo que quien dice la lección explicita su conocimiento) y llega como información sintáctica (asumiendo que la grabadora si bien recibe la información no obtiene significado alguno de ella). Encaja por lo tanto en el tipo de transferencia Semántico-Sintáctica, cuya correspondiente transferencia de conocimiento está tipificada como “Nula”.

Pero así como ese tipo de transferencia de información no es transferencia de conocimiento, también vimos que algunas sí lo son. Lo son específicamente las transferencias de información tipificadas en la tabla como Semántica, Pragmático-Semántica y Pragmática. La primera comporta conocimiento explícito; la segunda conocimiento implícito y la tercera conocimiento tácito.

De la tabla se infiere que cualquier transferencia de información que termine en información sintáctica no comporta transferencia de conocimiento y por lo tanto se puede realizar virtualmente entre cualquier emisor y cualquier receptor. Las transferencias que terminan en información pragmática no siempre conllevan conocimiento y por definición requieren un receptor capaz de “traducir” la información recibida en acciones. Y las transferencias que terminan en información semántica tampoco comportan conocimiento en todos los casos y por definición requieren un receptor capaz de relacionar la información recibida con otra información.

La grabadora sólo cumple con el requisito sintáctico. No cumple con el requisito pragmático ni con el semántico. Pero cualquier receptor que cumpliera con ellos, humano o no, según la tabla podría recibir conocimiento. En efecto, siempre siguiendo la tabla, las transferencias de información que conllevan conocimiento sólo requieren que 1) la información emitida sea semántica o pragmática (no sintáctica), 2) en caso de información semántica, el receptor cumpla con el requisito semántico y 3) en caso de información pragmática, el receptor cumpla con el requisito semántico o pragmático. Siendo la lección de aritmética del emisor información semántica, si el receptor cumple con el requisito semántico, entonces esa transferencia de información será transferencia de conocimiento, conocimiento explícito.

La transferencia de conocimiento requiere pues de una mayor compatibilidad entre emisor y receptor que la transferencia de información. En esto radica su diferencia. De modo que no hay propiamente una diferencia entre la transferencia de información y la de conocimiento sino entre sus tolerancias a las diferentes parejas de emisores y receptores.

La acepción informática del término “compatibilidad” nos permite caracterizar mejor la posibilidad de una transferencia de conocimiento exitosa entre un emisor y un receptor cualquiera. Tomemos por ejemplo la que trae El Pequeño Larousse: “2. *INFORMÁT. Calidad relativa de dos ordenadores, en que uno puede ejecutar programas escritos para el otro sin necesidad de traducción o reescritura.*” (Larousse / Sánchez Mora 1999). O bien la del DRAE para “compatible”: “2. *adj. Inform. Que puede funcionar directamente con otro dispositivo, aparato o programa*” (DRAE 2001).

Recurriremos pues a ilustrar el tema con una transferencia de información entre máquinas.

Según lo postulado en la sección “4.2. EL SUJETO DEL CONOCIMIENTO”, una máquina “conoce” en la medida en que cumple las siguientes condiciones a) poseer la capacidad de captar un modelo (forma, información) inducido o “inspirado” por el entorno; generar variantes erráticas de él y transformar éstas en señales de activación de movimientos de un cuerpo material, b) poseer un cuerpo material capaz de ejecutar una gama de movimientos que obedecen de manera no determinista pero sí con una probabilidad en promedio mayor que el azar, a las señales de activación y c) poseer la capacidad de comparar el resultado de la ejecución de cada variante con la forma o modelo original y suprimir la posibilidad de nuevas ejecuciones para las variantes menos aproximadas.

El conocimiento de una máquina así es lo que denominamos su software, o sea, los programas y datos que, actuando sobre los componentes materiales o hardware de la máquina, cumplen las tres condiciones del sujeto del conocimiento repetidas en el párrafo anterior.

La información que constituye este software o conocimiento de la máquina puede ser transferido a otra máquina mediante una transferencia de información, con uno o una combinación de los siguientes resultados: 1) la máquina receptora sólo recibe dicho software como un conjunto de señales o bits que puede almacenar pero que no activan en ella función alguna ni se relacionan con otra información en ella; 2) el software transferido activa los componentes de hardware de la máquina receptora de manera similar a como lo hace en la máquina emisora y 3) se “instala” en la máquina receptora y establece comparaciones de su propia información similares a las que establece en la máquina emisora. Claramente, para el resultado 1 basta lo que podemos llamar una compatibilidad sintáctica entre las máquinas, cuya correspondiente transferencia de información no comporta transferencia de conocimiento; el resultado 2 requiere de una compatibilidad que puede ser a) pragmática, con transferencia de conocimiento tácito o b) semántico-pragmática, sin transferencia de conocimiento; y el resultado 3 exige una compatibilidad semántica y conlleva la transferencia de conocimiento explícito. De modo que el receptor de

información lo puede ser de conocimiento según las compatibilidades que cumpla respecto al emisor.

Cuadro sinóptico de la compatibilidad emisor-receptor entre máquinas

Compatibilidad	Máquina emisora	Máquina receptora
1) Sintáctica	Emite información que puede o no activar su hardware y puede o no relacionarse con otra información	Recibe la información pero independientemente de lo que reciba, no es capaz de activarse con dicha información ni relacionarla con otra información
2 a) Pragmática	Ejecuta instrucciones sin mayor interpretación ni relación de las mismas	Replica (imita, copia) la ejecución de la máquina emisora
2 b) Semántico-pragmática	Emite instrucciones a ser ejecutadas sin interpretación por la máquina receptora	Ejecuta las instrucciones sin constituirse en réplica de la máquina emisora y sin interpretar las instrucciones ni relacionarlas
3) Semántica	Emite códigos a ser interpretados por la máquina receptora para su ejecución, así como data a ser relacionada por la máquina receptora	Recibe la información, es capaz de interpretar y ejecutar los códigos así como de relacionar la data

Tabla 6

4.7. CONCLUSIÓN

El sujeto del conocimiento es un ente autoproductivo o bien un instrumento de autoproducción. Su objeto es aprovechar autoproduktivamente la materia, la energía y la información, incluyendo el propio conocimiento. Sus límites teóricos no son restrictivos, pero avanzar hacia ellos requiere la constante generación y transferencia de nuevo conocimiento, lo que toma tiempo y esfuerzo. El conocimiento se genera en ciclos de tres fases, correspondientes a las dimensiones de la información y de la evolución: la fase sintáctica, la fase pragmática y la fase semántica. El ciclo referido al conocimiento en su conjunto no se cerrará hasta alcanzar los límites teóricos del conocimiento, pero en la marcha van ocurriendo cierres parciales o provisionales correspondientes a ciclos menores que conforman ciclos mayores. Hasta no completar la fase semántica el conocimiento está en experimentación y no es fácilmente comunicable: requiere comunicar experiencias en curso en lugar de resultados; requiere comunicar pruebas en lugar de sentencias. El conocimiento se transfiere como información aunque no toda transferencia de información lo es de conocimiento. La compatibilidad pragmática y semántica entre emisor y receptor determina que lo sea o no.

5. EL CONOCIMIENTO EN EL CONTEXTO DE LOS NEGOCIOS

Revisaremos en este capítulo el conocimiento como valor económico y el surgimiento de una disciplina - la Gerencia del Conocimiento- que lo aborda como tal. Señalaremos las dificultades de ésta y el papel de la informática en la solución de dichas dificultades.

5.1. INTRODUCCIÓN

Podemos decir que la relación del Conocimiento con los Negocios comenzó la primera vez que una persona entregó conscientemente algún valor a otra a cambio de algo que ésta sabía, lo que seguramente se remonta a la prehistoria. Los primeros indicios de concesión expresa de valor o privilegios por un conocimiento (una receta culinaria en este caso) datan de la Sybaris del s. V a.C.. Los primeros documentos ‘patentes’ fueron emitidos en la Venecia próxima al Renacimiento. Véase una de las múltiples historias de esto en “*Patents, Copyrights, & Trademarks*” (Foster and Shook 1993).

Hasta décadas recientes en el contexto de los negocios, principalmente en las disciplinas empresariales y gerenciales, el término Conocimiento significaba un invento de producto o una innovación de procedimiento. Se clasificaba como “activo intangible” y podía tener la forma explícita de una patente u otro registro de propiedad intelectual, público o privado, o bien encontrarse implícito en los procedimientos del negocio. Este activo intangible se aplicaba a la producción o se conservaba como valor eventualmente negociable.

Por supuesto, el término Conocimiento tenía otro fardo de connotaciones consideradas ajenas a los negocios: definiciones filosóficas, epistemológicas y también propias de las ciencias y tecnologías que le habían añadido significado, desde la biología hasta la psicología y la cibernética. En las últimas décadas los estudiosos de los negocios recurrieron a algunas de estas connotaciones para sustentar los nuevos significados e importancia que comenzaron a asignar al término.

Además de recurso para la producción, Conocimiento comenzó a significar algo que se podía actualizar e incluso producir sistemáticamente, industrialmente. Así, en la década del 1950 Fritz Machlup fundó una disciplina llamada “Economía del Conocimiento”, difundida a partir de su obra seminal “*The production and distribution of knowledge in the United States*” (Machlup 1962).

Además de producto exclusivo del intelecto humano, Conocimiento pasó a significar también un eventual producto de la “inteligencia artificial” y los sistemas informáticos. Así, en la década del 1980 otra nueva disciplina conocida como “Ingeniería del Conocimiento” se aproximó al área de los negocios a través de sus desarrollos en Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. Véase por ejemplo “*The Rise of the Expert Company: How Visionary Companies are Using Artificial Intelligence to Achieve Higher Productivity and Profits.*” (Feigenbaum, McCorduck et al. 1988).

Como recurso productivo, el término Conocimiento pasó a designar el que se consideró el más importante de ellos, y el más complejo. Significados todos estos que en la década del 1990 alcanzaron incluso un alto grado de popularización en obras como “*Powershift: Knowledge, Wealth, and Violence at the Edge of the 21st Century*” (Toffler 1991) o “*Post-Capitalist Society*” (Drucker 1993).

Dentro de este contexto, a finales de la década del 1980 surgió como especialidad la Gerencia del Conocimiento – o KM, por las siglas de Knowledge Management-. Ésta experimentó tal dinamismo que pronto tuvo un auge y cierta decadencia, como se reporta en “*The 'wonder years' of knowledge management*” (Swartz 2003). La especialidad se encuentra hoy en un período que podría ser de estabilidad madura, pero también de estancamiento y en cualquier caso bajo severas críticas. Véase por ejemplo, en la Web, el índice titulado “*Knowledge Management Failure*” (http://www.knowledge-manage.com/general/knowledge_management_failure/2.htm), con varias decenas de referencias a calificados artículos críticos.

Buena parte de las críticas señalan una confusión entre los conceptos de Información y Conocimiento. Algunas entienden a este último como una información difícilmente separable del cerebro humano, difícilmente susceptible de hacerse explícita y por lo tanto prácticamente sólo utilizable y comunicable de manera tácita por humanos, entre humanos y ‘a la manera’ humana, es decir, con las velocidades y demás limitaciones –o facultades- propias de los humanos. Las críticas no se refieren sólo a la Gerencia del Conocimiento sino a todo intento de someter a método, mecanizar, industrializar, sistematizar etcétera, la generación o la comunicación del conocimiento humano. Ver por ejemplo “*The nonsense of knowledge management*” (Wilson 2002). Otras por el

contrario, buscan en la informática soluciones a las dificultades de la Gerencia del Conocimiento. Ver por ejemplo *“Information vs. Knowledge: The Role of intranets in Knowledge Management”* (Stenmark 2002).

Pero el sólo plantear los problemas del tratamiento científico o tecnológico del conocimiento y mucho más sus posibles soluciones por la vía de las tecnologías de la información, requiere abordar temas polémicos como qué diferencia realmente al conocimiento de la información o qué tanto podría un método gerencial o bien ‘una máquina’, un sistema artificial o informático, mejorar y agilizar el conocimiento no sólo en su almacenamiento y organización, sino también en su generación y transferencia. Son temas que particularmente en el contexto de los negocios han generado un comprensible temor a pisar en falso. Temor que se manifiesta en los frecuentes requerimientos o propuestas de marcos conceptuales. Sirvan como ejemplos las siguientes citas:

En *“A Framework for Practising Knowledge Management”* (Armistead and Meakins 2002):

*“The management of an intangible asset such as knowledge is beset with complex and theoretical concepts.”*³⁵

En *“The strategic analysis of intangible assets”* (Hall 1992):

*“However the ability of firms to measure the value of intangible assets including knowledge still remains problematic despite serious efforts to produce generic frameworks”*³⁶

En *“Understanding Knowledge Management”* (Demarest 1997):

*“Commercial Knowledge: what is it, Exactly?”*³⁷

En *“Where did knowledge management come from?”* (Prusak 2001):

*“Some skeptics may argue that consultants developed knowledge management to replace declining revenues from the waning re-engineering movement. Others may feel that knowledge management is just a “re-badging” of earlier information and data management methods. Perhaps the majority of skeptics take the position—not an unnatural one—that every so-called new approach is, in reality, either old or wrong. I would say to them that knowledge management, like any system of thought that has value, is both old and new, and its combination of new ideas with ideas that “everyone has known all along” should reassure practitioners rather than unnerve them. And while the idea of consultants looking for a profitable new subject to replace an expiring one has some credibility, the fact is that knowledge management is not just a consultants’ invention but a practitioner-based, substantive response to real social and economic trends. Let us briefly examine three of them: globalization, ubiquitous computing, and the knowledge-centric view of the firm.”*³⁸

Es revelador un título como *“The concept of “ba”: Building a foundation for knowledge creation”*³⁹ (Nonaka and Noboru 1998). Hay en él la propuesta de buscar un fundamento o marco conceptual ya fuera de la cultura occidental, en un concepto exótico para ella.

³⁵ “La gerencia de un activo intangible como el conocimiento está cargada de conceptos complejos y teóricos.” (Traducción del autor).

³⁶ “Sin embargo y a pesar de los serios esfuerzos por producir marcos de referencias generales, la capacidad de las organizaciones para medir el valor de los activos intangibles, entre ellos el conocimiento, sigue enfrentando problemas.” (Traducción del autor).

³⁷ “Exactamente ¿Qué es el Conocimiento Comercial?” (Traducción del autor).

³⁸ “Algunos escépticos afirmarán que los consultores desarrollaron la gerencia del conocimiento para reponer los ingresos que ya no obtienen por el decaído movimiento de la re-ingeniería. Otros sentirán que la gerencia del conocimiento no es más que un re-etiquetamiento de anteriores métodos de gerencia de información y datos. Quizá la mayoría de lo escépticos adoptan la posición –no muy forzada- de que cualquiera de las llamadas nuevas aproximaciones es, en realidad, vieja o equivocada. Yo les diría que la gerencia del conocimiento, como cualquier sistema de pensamiento de cierto valor, es a la vez viejo y nuevo y su combinación de nuevas ideas con ideas que ‘todo el mundo conoce desde siempre’ debería reforzar a los profesionales en lugar de desanimarlos. Y mientras no es del todo falsa la idea del consultor en busca de un nuevo tema más rentable para reemplazar a los que ya no lo son tanto, el hecho es que la gerencia del conocimiento es bastante más que un nuevo invento de los consultores; es la respuesta de los profesionales a crecientes tendencias sociales y económicas. Examinemos brevemente tres de ellas: la mundialización (o globalización), la computación ubicua, y la organización centrada en el conocimiento.” (Traducción del autor).

³⁹ “El concepto de ‘ba’: La construcción de bases para la creación de conocimiento” (Traducción del autor).

Desde luego, ni esos polémicos temas ni sus bases conceptuales se circunscriben sólo al contexto de los negocios. Estos títulos dan una idea de ello: “*Knowledge, explicit and implicit (philosophical aspects)*”⁴⁰ (Davies 2001), “*The lever of riches: Technological creativity and economic progress*”⁴¹ (Mokyr 1990), “*Our knowledge of the growth of knowledge: Popper or Wittgenstein*”⁴² (Munz 1985). Y a ello obedecen los dos capítulos que preceden a éste y en los que nos apoyaremos para replantear aquí el problema y sus posibles soluciones. Aprovecharemos en particular las relaciones entre las dimensiones de la información y las fases del conocimiento así como el papel de la información en las máquinas, es decir, la relación del software con el hardware.

En este capítulo, después de revisar el concepto que acoge al conocimiento en el contexto de los negocios, esto es, la cuenta de activos intangibles, mostraremos que los hoy reconocidos cuellos de botella de la Gerencia del Conocimiento convergen justamente en el tropiezo de la demanda de conocimiento con los límites humanos de lo que en este trabajo hemos denominado minimización pragmática. Luego intentaremos mostrar que la interacción con el humano no es imprescindible en todas las fases de generación y transferencia de conocimiento y que en la medida en que se logre informatizar alguna fase prescindiendo de la interacción con el humano se podrá aumentar la minimización pragmática sin pérdida de contacto con la realidad. La interacción con el humano se desplazaría hacia el final del ciclo de manera que sigamos siendo los evaluadores y beneficiarios del conocimiento, con opción de tomarlo o dejarlo total o parcialmente, pero apartándonos del procesamiento de la información que lleva a él y descongestionando así el cuello de botella.

5.2. EL CONOCIMIENTO COMO VALOR ECONOMICO

Como ya lo mencionamos, desde tiempos antiguos el conocimiento ha sido objeto de demanda y oferta, siendo la dificultad de establecer una unidad de cambio adecuada a él el único impedimento para considerarlo un valor económico sin más. En esta sección examinamos cómo se ha venido resolviendo esta dificultad.

5.2.1. El conocimiento como activo intangible

Los conceptos tradicionales de negocios que aluden al Conocimiento son principalmente los denominados “valor intangible” o “activo intangible”. Estos engloban valores tales como una patente industrial o comercial, un derecho de autor, el *good will* o el *know how* de una empresa. Un valor o activo intangible es aquél que no se cuantifica sobre la base de multiplicar el valor de una unidad física del mismo (como una unidad de peso, de volumen, de superficie, de distancia, de tiempo, de fuerza etcétera) por el número de éstas que forman parte del “inventario” en cuestión. Por ejemplo, mientras un valor tangible como determinada pieza de oro o determinada fuerza de trabajo se cuantifica multiplicando el valor de un gramo de oro o de una hora de trabajo por el peso total de la pieza o el tiempo total del trabajo, respectivamente, ése no es el caso de un derecho de autor, de una patente industrial o de una marca comercial, ya que su valor unitario no se refiere a unidad física alguna.

Una muestra de cómo se asocia el conocimiento con lo intangible es el hecho de que, de la siguiente cita de “*Making the Case for Knowledge Management: The Bigger Picture*” (Neef 1999)., el autor desprende que el componente de conocimiento del producto interno (GDP) de los EUA ha aumentado significativamente:

*“In the US, the weight of the economy’s total output has not changed significantly in the last 100 years despite a twenty-fold increase in the GDP.”*⁴³

Si el peso de lo que se produce no aumenta pero sí su valor, entonces el aumento del valor se debe a productos que no pesan, productos inmateriales, intangibles, como el Conocimiento. Lo que

⁴⁰ “El conocimiento, explícito e implícito (bases filosóficas)” (Traducción del autor).

⁴¹ “La palanca de la riqueza: Creatividad tecnológica y progreso económico” (Traducción del autor).

⁴² “Nuestro conocimiento del crecimiento del conocimiento: Popper o Wittgenstein” (Traducción del autor).

⁴³ “En los EUA, el peso del producto total de la economía no ha cambiado significativamente en los últimos 100 años, mientras su valor se ha multiplicado por veinte.” (Traducción del autor)

nos dice que lo intangible no impide que el conocimiento, entre otros activos intangibles, se considere uno de los activos más valiosos. Sirvan las siguiente citas como constatación:

En “*A Case for Humaneering*” (Pepitone 2002):

“...*The remaining 80 percent of today’s workforce is comprised mostly of white-collar specialists, technicians, analysts, designers, managers, and other professionals largely engaged in knowledge- and service-based work that is largely dependent on human qualities for value creation.*”⁴⁴

En “*The Leader’s New Work: Building Learning Organizations*” (Senge 1990):

“... *Ray Stata of Analog Devices put the idea succinctly in these pages last spring ‘The rate at which organizations learn may become the only sustainable source of competitive advantage’.*”⁴⁵

En “*Making the Most of Your Company’s Knowledge: A Strategic Framework*” (Krogh, Nonaka et al. 2001):

“*In the knowledge economy a key source of sustainable competitive advantage and superior profitability within an industry is how a company creates and shares its knowledge.*”⁴⁶

Puede verse también, entre muchos otros, “*Measurement and reporting of knowledge-based assets*” (Rodgers 2003) y “*Knowledge and knowledge production*” (Machlup 1980)

En este trabajo hemos denominado informacionales a los objetos que no son predominantemente materiales o energéticos. Cabe por ello denominar activos informacionales a los activos intangibles, en especial los más relacionados con el conocimiento.

5.2.2. El costo del conocimiento

El costo de un activo, tangible o intangible, es, como se sabe, la suma de los costos de adquisición y/o producción de sus componentes. Cuando el componente se contrata o adquiere de un proveedor, su costo es obviamente lo que éste factura por tal concepto. Cuando se produce “en casa”, el costo es la suma de los costos directos de la actividad de producción, más la alícuota de costos indirectos o compartidos. Los conceptos de estos costos son por lo general laborales, de amortizaciones, de insumos, corporativos etcétera. En ocasiones se recurre a delimitar un conjunto de “centro de costos” internos, especies de departamentos o divisiones cuyos costos por hora son conocidos, y luego se determina cuántas horas aporta cada centro a la producción. En el caso del conocimiento, los centros de costo se suelen denominar departamento de Investigación y Desarrollo (I+D o *R&D*, por las siglas de *Research and Development*).

Si se conocen de antemano los costos de adquisición o producción de todos los componentes de lo que será un producto, su costo de producción se puede calcular antes de producirlo, es decir, a priori.

Pero en el caso del conocimiento sólo es posible calcular su costo de producción a posteriori, por una razón que linda con lo tautológico: calcular el costo de algo que no se conoce es obtener información adicional de una información que no se tiene. Esto es lidiar con lo desconocido, lo que, por serlo, introduce una incertidumbre cuya magnitud es a su vez y por la misma razón, incierta.

Se podría recurrir a la experiencia de búsquedas similares, pero de nuevo, el propio desconocimiento de lo que buscamos obstaculiza el establecer con certidumbre una similitud o equivalencia con otros casos. Un paliativo sería recurrir a la estadística, si existe, de casos

⁴⁴ “...El restante 80 por ciento de la fuerza de trabajo de hoy se compone mayormente de oficinistas especializados, técnicos, analistas, diseñadores, gerentes y otros profesionales cuyo trabajo es en buena medida de conocimiento y servicios, mismo que depende en gran medida a su vez, de las cualidades humanas de creación de valor.” (Traducción del autor)

⁴⁵ “... Ray Stata, de *Analog Devices*, resumió la idea en estas páginas la pasada primavera: ‘El ritmo de aprendizaje de las organizaciones puede convertirse en su única fuente sustentable de ventajas competitivas’ (Traducción del autor).

⁴⁶ “En la economía del conocimiento, una fuente clave de ventajas competitivas sustentables y de rentabilidad superior en cada industria, está en cómo una organización crea y comparte su conocimiento.” (Traducción del autor).

similares o no, asumiendo que nuestro caso es uno cualquiera y que por lo tanto no debe alejarse mucho del promedio. De hecho, estos promedios estadísticos, tomando como datos los registros históricos de la producción o adquisición de conocimiento de una organización o una sociedad, suelen ser la única base de estimación de costos del conocimiento a priori. La consulta a los registros de transacciones de patentes, por ejemplo, son referencia frecuente en las publicaciones al respecto. Pero a medida que el conocimiento que se desea adquirir es más novedoso o innovador, mayor es lógicamente la probabilidad de que se aleje del promedio o de que éste no resulte en realidad muy informativo.

El tiempo es también y por la misma razón, otro gran factor de incertidumbre en la determinación del costo del conocimiento a priori. Es incierto el tiempo en que ocurrirá un descubrimiento o se obtendrá un resultado, bien sea que nos limitemos a esperarlo pasivamente o que invirtamos recursos en incentivarlo o incluso en intentar producirlo. Cuando a un proyecto de investigación se le fija un tiempo máximo se corre un gran riesgo de terminarlo sin conseguir un resultado. El tiempo de obtener un resultado dentro de un proyecto es a menudo tan impredecible como los de los descubrimientos o inventos casuales. Abunda la literatura en este sentido. Véase por ejemplo “*Managing Technology Risk in R&D Project Planning: Optimal Timing and Parallelization of R&D Activities*” (Crama, De Reyck et al.). Allí leemos:

*“An inherent characteristic of R&D projects is technological uncertainty, which may result in project failure, and time and resources spent without any tangible return.(...) A project consists of several stages, and may have to be terminated in any of these stages, with typically a low likelihood of success.”*⁴⁷

Súmese también la incertidumbre añadida por otros factores poco predecibles o fuera de control o de la organización, como los logros de organizaciones competidoras, los cambios abruptos en las tecnologías base o en el mercado y demás condiciones que puedan alterar significativamente los supuestos e incentivos del proyecto de investigación y desarrollo.

Finalmente, al problema de la determinación del costo estricto de adquisición o producción de conocimiento a priori se añade el de las actividades relativas a su implantación en una organización, tales como el adiestramiento al personal, las adecuaciones de plataforma física, las adaptaciones de procedimientos y otras. Estos costos, al ser costos complementarios de algo de por sí incierto, tienden a ser inciertos y añaden incertidumbre al costo total. Por ejemplo, la cantidad de personal puede aumentar para compensar un retardo imprevisto. Lo que implica un aumento igualmente imprevisto del costo de adiestramiento al personal.

La dificultad de calcular el costo del conocimiento a priori refleja los obstáculos con que se tropiezan los intentos de aplicar técnicas de gerencia a la generación y transferencia de innovaciones. Tema que abordaremos más adelante.

5.2.3. La 'tangibilización' del conocimiento

En la sección “3.3. COPIA Y ECONOMÍA DE LOS OBJETOS INFORMACIONALES” mostramos cómo se puede hacer de lo intangible un valor prácticamente tangible, por el método de 1) definir una “unidad de uso” o “unidad de disfrute” – frecuentemente llamada “ejemplar”, “copia”, “paquete”, “licencia unitaria de uso” etcétera- (tal como un libro, un disco de música o de software, incluso una franquicia), 2) estimar el número de ellas que se pueden llegar a vender en un mercado y 3) dividir el costo del activo intangible entre este número, obteniéndose así el costo unitario, base a su vez para estimar un precio y 4) asumir que más allá de ese número de unidades el valor del activo desaparece o se hace residual para el mercado.

Con lo anterior, puede afirmarse que el activo intangible se consume o se desgasta tal como lo hace un inventario o un activo tangible. De este modo se logra aplicar a los valores intangibles la mayor parte de la teoría y práctica tradicionales de los negocios referidas a valores tangibles, a sus revalorizaciones o depreciaciones contables, de cambio o de uso.

En la propia sección antes referida (“3.3. COPIA Y ECONOMÍA DE LOS OBJETOS INFORMACIONALES”) puede verse cómo lo dicho en ella sobre tangibilización de la información

⁴⁷ “Una característica propia de los proyectos de I+D es la incertidumbre tecnológica, misma que puede resultar en un proyecto fallido, con gasto de tiempo y demás recursos sin una utilidad tangible. (...) Un proyecto consiste de varios pasos, y puede tener que terminarse en cualquiera de ellos con una típicamente baja probabilidad de éxito.” (Traducción del autor).

se aplica al conocimiento. Sin embargo, aquí complementaremos esta afirmación con algunos comentarios especiales para este caso.

Se puede argumentar que fijar un número de copias como “vida útil” del conocimiento no implica que éste pierda sus valores de cambio o de uso. La teoría de la relatividad, por ejemplo, mantiene un innegable valor de uso (al menos académico o patrimonial) a pesar de haberse difundido hasta la saciedad y que nadie tenga que pagar ni un céntimo hoy por obtener una copia de ella, ni por el derecho a utilizarla. Pero algo similar ocurre con activos tan tangibles como esas carreteras que mantienen un innegable valor de uso (al menos regional o turístico) a pesar de que se hayan depreciado contablemente y que nadie deba pagar ya ni un céntimo por concepto de su peaje y que ni siquiera sean necesarias por existir vías alternas mejores. Tampoco se podría alegar como diferencia que mientras la carretera pierde valor por el inexorable deterioro que le producen con el tiempo los azares físicos, a menos que se inviertan recursos en su mantenimiento, la teoría no es vulnerable a esos azares, permanece “incorruptible en el tiempo” u otros lugares comunes de ese estilo. Esto tampoco es cierto. Si no se invierten recursos en el mantenimiento de una teoría, ésta se puede deteriorar por azares tanto físicos como informacionales. Los azares físicos afectan al soporte material. Abundan las referencias a textos completos o partes de ellos que se han perdido a causa del incendio de la única biblioteca donde se encontraba su original sin copias o su única copia preservada, por no hablar de la muerte de la última persona que lo recordaba (ver entre muchos otros “El fin de la Gran Biblioteca de Alejandría. La leyenda imposible” (de Jevenois 2000), sobre la autoría del famoso incendio de cerca de medio millón de libros, con casi todo el saber escrito de la antigüedad. Y los azares informacionales pueden afectar sus dimensiones sintáctica, pragmática y semántica. Como se sabe, los lenguajes evolucionan con sus sociedades y si no se invierten recursos en ir adaptando, “traduciendo” la sintaxis original de la teoría a las nuevas formas sintácticas, ella corre el riesgo de quedarse en una “lengua muerta”, es decir, de perder todo su significado actual en términos de otros conocimientos –semántica- y en términos de su aplicación práctica –pragmática-. Peor aún, si junto con la adaptación de la sintaxis de la teoría no se adapta también todo el contexto o red semántica en la que ella estaba inserta, igualmente irá perdiendo sus significados. En “*Neither a perpetuum mobile nor a perfect software: Sincerity in the relationship between the manufacturer and the client with respect to software defects*” (Salim and Ferran-Urdaneta 2001) se describe la “fricción lógica” a la que está sometido el software de cierta complejidad; fricción esta que, análogamente a la fricción física sobre los objetos materiales, causa la obsolescencia y consiguiente pérdida de valor al software en caso de no recibir el adecuado mantenimiento. Esto es extensible a los objetos informacionales en general, incluyendo desde luego el conocimiento.

Los casos acabados de exponer son muestra de que las eventuales diferencias entre valores contables, de cambio y de uso no constituyen una distinción sustancial entre los activos tangibles y los “tangibilizados”. En ambos casos esos valores se diferencian entre sí por diversos factores o circunstancias, predecibles o no.

De modo que una vez que el conocimiento ha sido “tangibilizado”, el mismo puede ser valorado como un activo cualquiera. Veámoslo con mayor detalle.

5.2.3.1. Valor del conocimiento “tangibilizado”

Al igual que otros activos o instrumentos de producción, tangibles o “tangibilizados”, el conocimiento “tangibilizado” puede valorarse midiendo su contribución al valor total de un activo mayor o de un producto, sea un bien o un servicio. Se trata de una medida contable aplicable a cualquier activo. Por ejemplo, si con la adquisición y puesta en marcha de una máquina el valor (de mercado, de oportunidad u otro) de cada unidad de producto aumenta de 5 a 10 y si la vida útil de la máquina equivale a la producción de 100 unidades, entonces la máquina añade un valor al negocio de $100 \times 5 = 500$.

Valor de la unidad antes de la máquina	5
Valor de la unidad producida con la máquina	10
Valor añadido unitario	5
Vida útil de la máquina, en unidades producidas	100
Valor añadido total	500

Tabla 7

La valoración del conocimiento no se diferencia de la de la máquina del ejemplo. Basta sustituir el término ‘máquina’ por ‘fórmula’, ‘patente’, ‘invención’, ‘transferencia tecnológica’, ‘contratación de expertos’ etcétera.

Valor de la unidad antes de la innovación o transferencia tecnológica	5
Valor de la unidad producida con la innovación o transferencia tecnológica	10
Valor añadido unitario	5
Obsolescencia de la innovación o vencimiento de la licencia de explotación, en unidades producidas	100
Valor añadido total	500

Tabla 8

Ahora bien, una medida mucho más significativa que el aumento del valor de un producto es el aumento de su valor neto o utilidad, es decir, el aumento de la diferencia entre su valor y su costo. Es ilustrativa esta cita de “*Understanding Knowledge Management*” (Demarest 1997) :

“*All knowledge management programmes need to be focused on the income statement.*”⁴⁸

Conocido el costo del conocimiento, en la siguiente tabla se muestra su incidencia en la utilidad del producto, suponiendo que dicho costo es 200 y que el costo total de 100 unidades de producto es 600.

Valor de 100 unidades antes de la innovación o transferencia tecnológica	500
Costo de 100 unidades antes de la innovación o transferencia tecnológica	400
Utilidad por la venta de 100 unidades antes de la innovación o transferencia tecnológica	100
Valor de 100 unidades producidas con la innovación o transferencia tecnológica	1000
Costo de la innovación o licencia tecnológica por 100 unidades producidas	200
Utilidad por la venta de 100 unidades después de la innovación o transferencia tecnológica	400
Aumento de utilidad atribuible a la innovación o transferencia tecnológica	300

Tabla 9

Ahora bien, como el costo del conocimiento no se puede determinar a priori, tampoco podemos determinar a priori el valor neto del conocimiento. En la “*International Encyclopedia of Information and Library Sciences*” (Feather and Sturges 1997) puede encontrarse una reveladora alusión a la determinación “*post facto*” del valor del conocimiento:

“*But as far as I have understood there appears today to be a consensus among economic researchers in that the value of information can only be considered in the context of its use and it is therefore a user-driven concept, not a producer concept. This means that the value of information can be determined post facto - but not before its use.*”⁴⁹

He aquí algunas consideraciones adicionales sobre esto:

En “*The dual approach to the value of information: An appraisal of use and exchange values*” (Burrell 1999):

“*And another important quality of pragmatic information theory I have to mention is that it focuses mainly on the value of information. There has been quite a lot of discussion among researchers in economics on the nature of the value of information as it has been quite clear that information does not only have a market value (or a practical, instrumental value), but also a social value (or a philosophical, intrinsic value). There has also been a discussion on whether the value of information is not only user-driven, but also driven by the producer taken from the broader context, from an increase in citizen well-being.*”⁵⁰ (pp. 373-383)

⁴⁸ “Todo programa de gerencia del conocimiento debe enfocarse en el Estado de Ganancias o Pérdidas” (Traducción del autor).

⁴⁹ “Pero hasta donde tengo entendido, hoy parece haber un consenso entre los investigadores de la economía acerca de que el valor de la información sólo tiene sentido en el contexto de su uso y es por lo tanto un concepto del usuario, no del productor. Lo que significa que el valor de la información puede ser determinado post facto, pero no antes de su uso.” (Traducción del autor).

⁵⁰ “Y otra cualidad importante de la teoría de la información pragmática que debo mencionar es que ella se enfoca principalmente en el valor de la información. Mucho han discutido los investigadores de la economía sobre la naturaleza del valor de la información, dándose por sentado que éste no es sólo un valor de mercado (o valor práctico o instrumental), sino también un valor social (o valor filosófico, intrínseco). También se ha discutido si el valor de la información es dado solamente por su usuario o si lo maneja también el productor, en un contexto más amplio, en términos del incremento del bienestar social.” (Traducción del autor).

En “*The strategic analysis of intangible assets*” (Hall 1992):

*“However the ability of firms to measure the value of intangible assets including knowledge still remains problematic despite serious efforts to produce generic frameworks”*⁵¹

En “*The Theory and Growth of the Firm*” (Penrose 1995):

*“The value of knowledge results from the way in which it is used in the firm’s processes in the production of products and services.”*⁵²

En “*Strategies for managing knowledge assets: the role of firm structure and industrial context*” Teece, 2000 #179):

*“A firm can gain advantage from using the capabilities that arise from knowledge assets in ways which are difficult for others to imitate or replicate, as well as the intellectual property associated with the assets.”*⁵³

5.2.3.2. La diferencia entre ‘tangibilizar’ y explicitar el conocimiento tácito

Uno de los temas más elaborados en la literatura de Gerencia del Conocimiento es la distinción entre el conocimiento tácito y el conocimiento explícito. En la sección “4.6.3. La transferencia de conocimiento como transferencia de información” identificamos el conocimiento tácito con la fase pragmática del ciclo del conocimiento y el conocimiento explícito con las fases sintáctica y semántica. Comentamos que, por ejemplo, el modo en que el pintor mueve el pincel es aquello que en términos de Polanyi (Polanyi 1966) sabemos pero difícilmente podemos decir. Es información pragmática difícil de transformar en información semántica.

Ahora bien, aunque no se transforme en conocimiento explícito, el conocimiento tácito puede convertirse en un activo tangible. Por ejemplo, al realizarse un curso de pintura en video, con imágenes del pintor moviendo didácticamente el pincel; y reproducirse el video en tantas copias como se puedan colocar en un mercado, el conocimiento tácito del pintor queda transformado, con mayor o menor fidelidad, en un inventario tangible, vendible.

Cabe entonces preguntarse a qué obedece la insistencia de la Gerencia del Conocimiento en explicitar el conocimiento tácito, no siendo ello necesario para “tangibilizarlo”, esto es, para venderlo, explotarlo, hacerlo útil a otros, transferirlo.

La respuesta está seguramente en la sección “4.6.2.2. La transferencia pedagógica”. Allí expresamos en términos de fases del conocimiento la fórmula de mayor aplicación en los hechos por parte de la pedagogía tradicional: maximización sintáctico-semántica y minimización pragmática o, lo que es lo mismo, reducción al mínimo posible del conocimiento tácito.

La Gerencia del Conocimiento llega a esta fórmula por experiencia propia y no de la mano de la pedagogía. En efecto, lo hace tras encontrar que “tangibilizar” el conocimiento sin explicitarlo, si bien resuelve un conjunto de problemas de gerencia, sigue siendo una forma lenta e incompleta de transferir el conocimiento en comparación con explicitarlo. El aparente éxito de venta de productos de “enseñanza práctica” como el video de nuestro pintor, es más un éxito de gerencia de mercadeo que de gerencia de conocimiento, ya que si bien logra vender, lo que vende es un conocimiento incompleto y lento, cuando no una mera ilusión. Quizá un ejemplo más apropiado que el del pintor es, en Gerencia del Conocimiento, el intento de transferir “las mejores prácticas” mediante su imitación. En ello suelen caer los populares “talleres”, “pasantías”, “cursos prácticos”, libros con títulos como “Las diez claves prácticas del éxito” etcétera. Se trata de información predominantemente pragmática “tangibilizada” o no, por lo general más efectista que efectiva, ya

⁵¹ “Sin embargo y a pesar de los serios esfuerzos por producir marcos de referencias generales, la capacidad de las organizaciones para medir el valor de los activos intangibles, entre ellos el conocimiento, sigue enfrentando problemas.” (Traducción del autor).

⁵² “El valor del conocimiento viene dado por la forma en que es empleado en los procesos de las organizaciones para la producción de bienes y servicios.” (Traducción del autor).

⁵³ “Una organización puede obtener ventajas de emplear las capacidades que surgen de los activos de conocimiento de maneras tales que resulten difícilmente imitables o replicables por otras, así como de la propiedad intelectual asociada al activo.” (Traducción del autor).

que termina transmitiendo sólo partes o aspectos superficiales del conocimiento, apariencias, poses, vocablos etcétera.

El artículo “*Courseware Cosmetics to Human Cognetics: A Pragmatic, Innovative Pedagogy for Distributed Learning Design & Development*” (Lasnik 2003) contiene una exposición de pros y contras de los diversos medios pedagógicos que aquí hemos englobado en el concepto de “tangibilización del conocimiento pragmático”. Su bibliografía es también pertinente para toda esta sección. Puede consultarse adicionalmente “*Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology*” (Zucker, Darby et al. 2002) y “*Understanding Knowledge Management*” (Demarest 1997).

Con todo, ni la pedagogía ni la Gerencia del Conocimiento pueden ignorar los límites de la minimización pragmática; al toparse con ellos, no pueden ofrecer nada mejor que conocimiento pragmático, debiendo dedicarle a éste los recursos que exija. Y seguramente la opción que pasa por el conocimiento tácito “tangibilizado” es mejor que la que solamente recurre al conocimiento tácito intangible. Tenemos pues que la tangibilización del conocimiento pragmático es tal vez el único apoyo en el caso del conocimiento tácito que se resiste a la explicitación.

Sobre conocimiento tácito puede consultarse “*The tacit Dimension*” (Polanyi 1966), “*The concept of “ba”: Building a foundation for knowledge creation*” (Nonaka and Noboru 1998), “*Tacit Knowledge and Environmental Management* (Davenport and Prusak 1998), “*Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*” (Boiral 2002), “*Common Knowledge: How Companies Thrive On*” (Dixon 2000), “*Sharing knowledge in knowledge-intensive firms*” (Swart and Kinnie 2003).

5.2.3.3. El conocimiento implícito en la sociedad

En el conocimiento explícito o tácito de un individuo o un grupo puede haber conocimiento implícito. Puede haberlo en la cultura. Así, si un individuo o una cultura posee el conocimiento explícito de que todos los hombres son mortales y que Sócrates es un hombre, entonces posee el conocimiento implícito de que Sócrates es mortal.

También hay conocimiento implícito en el conocimiento fragmentado. Así, si un individuo del grupo conoce que todos los hombres son mortales y otro que Sócrates es un hombre, el conocimiento de que Sócrates es mortal está implícito en la suma de conocimientos del grupo. (Aclaremos que la suma de fragmentos de conocimiento se hace cultura sólo cuando se realiza, esto es, cuando el conocimiento fragmentado se integra en un conocimiento común a los individuos; mientras tanto es mero potencial).

Si siempre que un individuo golpea una nuez con una roca la nuez se abre, en ese conocimiento tácito está implícito el conocimiento de que golpear la nuez con una roca la abre. Otra cosa es que el conocimiento implícito alguna vez se explicita o se transfiera.

Supongamos que los conocimientos “A es igual a B” y “B es igual a C” son compartidos. Claramente “A es igual a C” es un conocimiento social implícito, con probabilidad de hacerse explícito si es requerido. Supongamos ahora que mientras “A es igual a B” es compartido, sólo un individuo sabe que “B es igual a C”. En este caso, “A es igual a C” es conocimiento implícito para este individuo, pero no para el grupo. Pero en el caso de que sólo un individuo sepa que “A es igual a B” y sólo otro que “B es igual a C”, no podemos hablar de conocimiento implícito para ninguno de los individuos ni para el grupo. Desde luego, el hecho de que ambos individuos, en lugar de no compartir nada, compartan al menos otros conocimientos, aumenta la probabilidad de que alguna vez compartan lo que cada uno sabe y el otro no y que por lo tanto “A es igual a C” llegue a ser un conocimiento implícito para ambos.

De modo que la agrupación, la socialización, aumenta la probabilidad del conocimiento para sus individuos. La siguiente cita, tomada del artículo de prensa “Los grandes paradigmas de nuestra era” (Toro Hardy 2003), es elocuente al respecto:

“Según ésta (la llamada Escuela del Capital Social representada por intelectuales como Coleman o Putnam), la coherencia cultural de una sociedad, las normas y valores que orientan la interacción entre las personas y las instituciones que gobiernan dichas relaciones, determinan la viabilidad económica de las naciones. “

En la literatura de Gerencia del Conocimiento se suele denominar Activo oculto (Hidden asset) tanto al conocimiento social implícito como al conocimiento individual implícito en el caso de que el individuo en cuestión pertenezca a una sociedad, en particular a una organización empresarial. Y explicitar dicho conocimiento se identifica con la capitalización del mismo por parte de la organización. Por ejemplo, en *“The Process of Knowledge Harvesting: The Key to Knowledge Management”* (Snyder and Wilson 1998), leemos:

*“The most valuable form of knowledge that exists in an organization is this hidden asset of the experts. How is the organization to capitalize on this asset? This is where the process model called Knowledge Harvesting™ is brought to bear.”*⁵⁴

Claramente, hay una extendida conciencia de que no sólo el conocimiento explícito o el tangibilizado constituyen un activo; también el conocimiento social u organizacional implícito, e incluso el conocimiento individual de individuos vinculados a una organización, pueden considerarse activos potencialmente capitalizables.

5.2.4. El conocimiento por producir

En la sección “5.2.2. El costo del conocimiento” dimos un argumento cercano a lo tautológico para explicar la dificultad de obtener cualquier información sobre un conocimiento que aún no se ha producido: tener cualquier información sobre un conocimiento que no se tiene implica lógicamente lidiar con lo desconocido, lo que, por serlo, introduce una incertidumbre cuya magnitud es a su vez y por la misma razón, impredecible.

El mismo argumento implica que el conocimiento por producir no puede ser explicitado ni “tangibilizado”. Podemos decir que es una tercera clase de conocimiento o, mejor, un tercer grado de dificultad para su gerencia, después del conocimiento explícito y el tácito, en orden ascendente. Es un conocimiento tácito no sólo por no alcanzar su fase semántica, como lo hemos descrito hasta ahora, sino por ni siquiera alcanzar su fase pragmática, estando en la fase de mera forma errática, esto es, en su fase sintáctica. En otras palabras, la correspondencia entre conocimiento explícito y fase semántica, conocimiento tácito y fase pragmática, se completa con conocimiento por producir y fase sintáctica. Así se expresa en la siguiente tabla

Clase de conocimiento	Fase cubierta
Por producir	Sintáctica
Tácito	Pragmática
Explícito	Semántica

Tabla 10

Sin embargo, la Gerencia del Conocimiento no ha hecho explícito para sí misma el concepto de conocimiento por producir. Este sólo se trata implícitamente en los planteamientos de problemas y soluciones de generación de conocimiento, o sea, en el tratamiento de la innovación o la invención.

Siendo el conocimiento por producir, lógicamente, el objeto de la generación de conocimiento, es en efecto la innovación que se espera generar. Como tal engloba los temas de condiciones, estímulos, velocidad y otros aspectos de la innovación, la invención o la generación de nuevo conocimiento.

En cambio no es objeto de la transferencia de conocimiento. En esencia porque el conocimiento por producir no es aún conocimiento y por lo tanto no se puede hablar de transferencia de conocimiento en referencia a él. Entendido como forma errática que alguna vez podría convertirse en conocimiento, el conocimiento por producir es, eso sí, información sintáctica y sólo como tal se puede transferir, sin esperar que el receptor gane conocimiento alguno, ni explícito ni tácito. El receptor recibirá en el mejor de los casos unas señales sin significado, una secuencia de bits que no encaja en ningún patrón preestablecido. En la sección “4.6.3. La transferencia de conocimiento como transferencia de información” decíamos que la transferencia de información sintáctica, esto es, sin significado, se puede realizar virtualmente entre cualquier emisor y cualquier receptor.

La vaciedad de la información sintáctica al comienzo del ciclo de producción de conocimiento dificulta la consecución de los recursos para continuar el ciclo hacia la fase pragmática. Pero sólo

⁵⁴ “La forma de conocimiento más valiosa que existe en una organización es este activo oculto de los expertos. ¿Cómo puede la organización capitalizar este activo? En respuesta a ello surge el modelo de proceso llamado ‘Cosecha de Conocimiento’ (Knowledge Harvesting™).” (Traducción del autor).

cuando se llega a ella podemos comenzar a hablar de dificultad de transferencia de conocimiento. Es entonces, cuando ya hablamos al menos de conocimiento tácito, donde podemos decir que las dificultades de transferencia de conocimiento dificultan la divulgación y comercialización necesaria para llegar al mercado y ser probado por éste, sin lo cuál el ciclo no alcanza la fase semántica.

5.3. EL CUELLO DE BOTELLA DE LA GERENCIA DEL CONOCIMIENTO

El gran interés manifestado en las últimas décadas desde el ámbito de los negocios y de la economía en general, sobre el tema del conocimiento (ver la Introducción General de este trabajo), refleja sin duda una demanda de conocimiento mucho mayor que su oferta o que la capacidad de procesamiento de ésta. Lo que a su vez indica que los costos y tiempos de producción y comunicación de nuevo conocimiento ya se están haciendo demasiado elevados o demasiado impredecibles para los mercados. Surge así la Gerencia del Conocimiento como la disciplina llamada a enfrentar estos problemas.

La Gerencia del Conocimiento divide sus dificultades en dos grandes clases: las de Generación y las de Transferencia.

Las dificultades de generación de conocimiento las ha atacado desde dos frentes: 1) el de la informatización de los procesos generativos mediante a) la inteligencia artificial, principalmente con la prueba automática de teoremas y b) los sistemas expertos, con capacidad de responder preguntas no sólo entregando la parte pertinente de la información almacenada sino generando a partir de ésta nueva información pertinente; y 2) el frente de la modernización de los métodos tradicionales de estimulación de la investigación, a través de recursos principalmente de tecnología de la información. Entre estos métodos tradicionales están las leyes o instituciones de financiamiento a la innovación, la facilitación de entornos adecuados tales como los departamentos universitarios de investigación, los parques tecnológicos y las organizaciones que se dedican a la “incubación” de empresas tecnológicas debutantes. Los recursos de tecnología de la información modernizan estos métodos haciéndolos más accesibles, por ejemplo, desde la Web.

En lo que respecta a la transferencia de conocimiento, la Gerencia de conocimiento centra la dificultad en el conocimiento tácito y encuentra dos posibilidades: 1) explicitarlo para transferirlo y 2) transferirlo sin explicitarlo. Pero también encuentra algunas dificultades en la transferencia del conocimiento explícito: hay cierta gradación en lo explícito del conocimiento y así, lo que es explícito para uno o algunos receptores puede no serlo para otros. Este problema se suele identificar con la excepcionalidad de un emisor de conocimiento, que le impediría ser comprendido por los receptores sin importar cuán explícito logre ser para él mismo o sus más cercanos discípulos.

En este trabajo hemos identificado las dificultades de generación de conocimiento con el tratamiento del Conocimiento por producir (véase la sección “5.2.4. El conocimiento por producir”). A la opción de transferir el conocimiento sin explicitarlo la hemos denominado transferencia de conocimiento tácito “tangibilizado” (véase la sección “5.2.3.2. La diferencia entre ‘tangibilizar’ y explicitar el conocimiento tácito”). Y la gradación de lo explícito lo hemos visto como un problema de compatibilidad entre emisor y receptor, que envuelve a su vez todo el problema de la transferencia (véase la sección “4.6.3. La transferencia de conocimiento como transferencia de información”).

Junto a lo anterior vimos cómo cada uno de estos tres problemas corresponde principalmente a una clase de conocimiento y a una fase del ciclo del conocimiento. Así, el conocimiento por producir corresponde a la fase sintáctica; el conocimiento tácito corresponde a la fase pragmática y el conocimiento explícito a la fase semántica.

La siguiente tabla da cuenta de esta correspondencia.

Clase de conocimiento para efectos de gerencia	Fase del conocimiento cubierta	Dificultad de gerencia
Por producir	Sintáctica	Lo impredecible de la generación de conocimiento
Tácito	Pragmática	La transferencia del conocimiento tácito
Explícito	Semántica	La incompatibilidad entre emisor y receptor

Tabla 11

Sin embargo, después de detallar estas dificultades veremos que convergen en un único núcleo o cuello de botella, del cuál ellas en realidad no son sino componentes o manifestaciones: el

problema de la minimización pragmática, esto es, la asimetría entre la fase sintáctico-semántica y la capacidad de prueba pragmática del conocimiento.

5.3.1. Tres dificultades aparentemente diferentes

5.3.1.1. Lo impredecible de la generación de conocimiento

La generación mental de formas erráticas es algo que los humanos hacemos a gran velocidad en relación con la generación de mutaciones genéticas. Lo hacemos al imaginar posibilidades, al ilusionarnos, al fantasear, al soñar, al ponernos creativos, al proyectar, al planificar etcétera. Casi con la misma velocidad descartamos la mayor parte de ellas, que son las que no pasan del primer amago de prueba, bien sea por poco realistas, por absurdas, por demasiado costosas, por contradictorias etcétera. Su equivalente genético son las mutaciones que fracasan en todo intento de generar un fenotipo.

A grandes rasgos podemos decir que la velocidad de generación de conocimiento supera a la de generación de nuevas especies biológicas en una proporción de millones de años a décadas. Bastaría tomar en cuenta que la evolución genética ha durado varios miles de millones de años mientras que la evolución cultural o del conocimiento acumula a lo sumo varias decenas de miles de años. Esta proporción se hace entre diez y cien veces mayor si tomamos en cuenta que entre el noventa y el noventa y nueve por ciento del conocimiento se ha generado entre la última décima y la última centésima parte de su lapso.

Ahora bien, el gran interés por el conocimiento que se ha manifestado en las últimas décadas desde el ámbito de los negocios y la economía en general (ver la Introducción General de este trabajo), parece estar reflejando una demanda de conocimiento mayor que su oferta, lo que a su vez indicaría que los tiempos de generación de conocimiento ya se están haciendo demasiado largos para los mercados, vale decir, para la humanidad. Siendo así, cabe examinar los factores determinantes de la duración del ciclo del conocimiento.

La mayor parte de la duración del ciclo del conocimiento está en la pequeña parte de formas que más avanzan en su realización. Y esto se debe obviamente a que esta realización implica operar con materia y energía, cuyo procesamiento es en general mucho más lento que el de la información. Así, uno puede imaginarse una casa o una máquina generalmente en menor tiempo de lo que toma diseñarla en papel o en computadora, lo cual a su vez suele tomar menos tiempo que construir su maqueta o prototipo con materiales, y mucho menos tiempo que lo que tomaría construir el objeto final. Incluso si construir el objeto final tomase menos tiempo que sus diseños o prototipos, éstos deberían hacerse antes por razones de planificación, entre otras.

La prueba del conocimiento mediante el lanzamiento de un producto al mercado debe pasar buena parte de los siguientes pasos o variantes de ellos, todos bastante lentos para las velocidades que hoy parecen requerir los mercados: obtener un capital inicial, elaborar un anteproyecto o proyecto, construir un prototipo, someterlo a pruebas teóricas y técnicas, efectuar correcciones, formular un plan de negocios, conseguir capital de trabajo, activar líneas de producción y distribución, lanzar al mercado, vender, atender la post-venta, contabilizar la rentabilidad y, si es el caso, repetir el proceso desde el paso de efectuar correcciones.

La prueba de una teoría, hipótesis, idea, invento o cualquier otra forma generada en la fase de generación, no necesariamente comienza con unos bosquejos y termina con la construcción de algún artefacto o puesta en práctica de algún procedimiento. Puede culminar en el laboratorio de investigación y desarrollo con un memorando interno o con una publicación científica. Es el caso de conocimiento no destinado directamente al mercado comercial sino al académico. Pero aún así debe superar un conjunto de requisitos prácticos que toman un tiempo considerable. Se debe contar con una plaza de investigación en alguna institución académica o laboratorio, elaborar una propuesta o proyecto de investigación, reunir los materiales de experimentación y/o bibliografía y/o data de campo, efectuar los experimentos y adelantar borradores, someterlos a la evaluación de supervisores, efectuar correcciones, preparar una versión publicable, determinar el medio de publicación o editorial, participar en la promoción de la publicación o conferencias, atender los comentarios, preguntas o críticas, evaluar los beneficios alcanzados para el autor o la institución y, si es el caso, retornar al paso de efectuar correcciones para producir nuevas versiones.

En muchos casos habría que añadir los procesos de obtención de patentes o de las múltiples certificaciones, permisos y otros trámites frecuentemente requeridos.

Y todo esto antes de llegar a la verdadera prueba final, la prueba del éxito en los mercados, ya sean comerciales o académicos. Después de haber pasado sus pruebas técnicas, la bombilla eléctrica de Edison se estrelló contra el mercado. Su fonógrafo fue ignorado o rechazado durante años y pasó décadas intentando encontrar un nicho comercial. Ver por ejemplo *“Interpreting Invention as a Cognitive Process: The Case of Alexander Graham Bell, Thomas Edison, and the Telephone”* (Gorman and Carlson 1990). La teoría de la Relatividad tardó años en ser revisada y más en ser convalidada por la comunidad académica, y luego requirió de instrumental astronómico para probar apenas las más evidentes de sus predicciones. Véase *“Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge”* (Popper 1963)

Además, un ciclo de prueba de conocimiento puede cumplir los pasos mencionados y muchos otros sin llegar a completarse, es decir, sin llegar a incrementar la oferta de conocimiento. Un ciclo inconcluso no basta siquiera para establecer definitivamente si la prueba falló. En este sentido, siempre la cantidad de intentos, por muy prometedores que parezcan, supera ampliamente a la de los logros. En *“Science, Invention and Economic Growth”* (Rosenberg 1974) leemos:

*“It is worth mentioning here that our lack of interest in the study of failures may also have contributed in an important way to an under-estimation of the costs of invention. In our preoccupation with success stories we inevitably ignore the substantial commitment of resources to unsuccessful inventive efforts, and recognize only those which were connected with a successful outcome.”*⁵⁵

Es igualmente ilustrativa esta cita de *“Managing Technology Risk in R&D Project Planning: Optimal Timing and Parallelization of R&D Activities”* (Crama, De Reyck et al.)

*“In project planning and scheduling, this technological uncertainty has typically been ignored, and project plans are developed only for scenarios in which the project succeeds.”*⁵⁶

Podemos decir pues que la dificultad en lo que se refiere a reducir o al menos a hacer más predecible la duración del ciclo del conocimiento no está en la generación de ideas iniciales ni su selección final; ni siquiera en los pasos de generación y selección parciales o secundarios, que pueden o no considerarse partes del proceso intermedio. No está en la fase sintáctica ni en la semántica ni en la parte de la fase pragmática que opera predominantemente con información, sino en la parte que relaciona información con materia y energía, o si se prefiere, con bienes (materiales, equipo etcétera) y servicios. Es la dificultad de la minimización pragmática, que describimos en la sección “3.2.2.1. Minimización pragmática e ilusión idealista” y a la que hemos venido haciendo referencia en este trabajo.

5.3.1.1.1. Intento de solución por Inteligencia Artificial

En la década del 1970 y primeros años de la del 1980, la Inteligencia Artificial se desarrolló como el software de lo que sería “la máquina de pensar”. Ésta se concentró principalmente en explicitar, mediante la aplicación de sistemas computarizados de reglas de inferencia o “prueba automática de teoremas”, la información que estuviera implícita en la información que se le suministrase. Algunos resultados fueron alentadores pero aún así no significaron una solución al problema de lo impredecible de la generación del conocimiento. En efecto, al limitarse a explicitar información implícita, su contribución apenas podría ser parcialmente útil para el problema de la transferencia de conocimiento tácito y quizá para algún problema de compatibilidad entre emisor y receptor.

La tendencia que se denominó “Sistemas expertos” propuso y logró a medias generar variantes parcialmente erráticas de un patrón y aplicarles la prueba automática de teoremas, simulando así lo que para nosotros son las fases sintáctica y semántica (esta última no sobre los resultados pragmáticos sino directamente sobre la información sintáctica). Pero aunque el logro hubiese sido superior, tampoco habría resuelto el escollo principal, que es el de minimizar la prueba pragmática sin obviarla.

⁵⁵ “Vale la pena mencionar aquí que nuestra falta de interés por el estudio de casos fallidos puede también haber contribuido de manera importante a una sub-estimación de los costos de la invención. En nuestra fijación por los casos de éxito, incurrimos inevitablemente en ignorar la sustancial asignación de recursos a esfuerzos de invención no exitosos, reconociendo solamente aquellos que se asignaron a un resultado que sí lo fue.” (Traducción del autor).

⁵⁶ “En la planificación y elaboración de calendarios de proyectos, esta incertidumbre tecnológica ha sido típicamente ignorada, y los planes se desarrollan solamente para escenarios en los que el proyecto resulta exitoso.” (Traducción del autor).

También hubo intentos de simular la fase pragmática del conocimiento. Veamos un revelador resumen de estos pasos en "*Cognitive science: from computers to anthills as models of human thought*" (Gärdenfors 1999):

*"With the development of computers in the 1940s and 1950s, a new model for human thinking became available. The initial period of cognitive science was driven by the analogy that the brain functions like a computer. Consequently, thinking was viewed as the processing of symbols. This was also the methodology of classical artificial intelligence. As a result of criticism of the symbol manipulation paradigm, there have recently been two main kinds of reaction to it. The first one is connectionism, where thinking is modelled as associations in artificial neuron networks. Some connectionist models are tightly connected to developments in the neurosciences, while others are more general models of cognitive processes such as concept formation."*⁵⁷

Hasta aquí el autor se refiere en otros términos a los intentos que se quedan en la fase semántica y sintáctico-semántica. (La opinión de un investigador reconocido en la tendencia "conexionista", formulada ya en los años de franca decadencia de la Inteligencia Artificial, puede encontrarse en "Artificial Intelligence: A Personal View" (Marr 1990)). El resumen de "*Cognitive science: ...*" continúa con la etapa que aquí llamamos pragmática:

*"The second reaction consists of theories of embodied and situated cognition, where cognition is seen as taking place not only in the brain, but in interaction with the body and the surrounding world. In line with this, modern studies of robotics are based on so called reactive systems, the actions of which depend directly on the world instead of a symbolic model of it. The situated view on cognition will also be central for future developments of man-machine interaction, in particular in educational tools that exploit information technology."*⁵⁸

En la misma obra dedica su capítulo "4. *The rise and fall of artificial intelligence*" a comentar los pobres resultados de los intentos no pragmáticos en su conjunto:

*"...However, expert systems never reached the adroitness of human experts and they were almost never given the opportunity to have the decisive word in real cases. A fundamental problem is that such systems may incorporate an extensive amount of knowledge, but they hardly have any knowledge about the validity of their knowledge. Without such meta-knowledge, a system cannot form valid judgments that form the basis of sound decisions. As a consequence, expert systems have been demoted to the ranks and are nowadays called 'decision support systems'."*⁵⁹

Y en el capítulo "8. *The future of cognitive science*" sitúa en el futuro los eventuales logros de los intentos que incluyen confrontación pragmática:

"The goal of contemporary cognitive science is not primarily to build a thinking machine, but to increase our understanding of cognitive processes. This can be done by various methods, including traditional psychological experiments, observations of authentic cognitive processes in practical action, or by simulating cognition in robots or programmes. Unlike the early days of AI when it was

⁵⁷ "Con el desarrollo de los computadores en las décadas de 1940 y 1950, se comenzó a disponer de un nuevo modelo del pensamiento humano. El período inicial de la ciencia cognitiva estuvo guiado por la analogía entre el funcionamiento del cerebro y del computador. En consecuencia, el pensamiento se entendió como procesamiento de símbolos. Metodología ésta que también lo fue de la inteligencia artificial clásica. Como resultado del paradigma de la manipulación de símbolos, recientemente tenemos dos grandes clases de reacciones. La primera es el conexionismo, donde el pensamiento se modela en redes neurales artificiales. Algunos modelos conexionistas están estrechamente vinculados a desarrollos en neurociencias, mientras que otros son modelos más generales de procesos cognitivos, tal como el de formación de conceptos." (Traducción del autor).

⁵⁸ "La segunda reacción consiste en teorías de cognición incorporada o situada, según las cuáles la cognición no tiene lugar solamente en el cerebro sino también en la interacción con el cuerpo y el entorno. Alineado con esto, los modernos estudios de robótica se basan en los llamados sistemas reactivos, cuyas acciones dependen directamente del entorno y no de un modelo simbólico de este. El enfoque de la cognición situada será también central para el desarrollo futuro de la interacción hombre-máquina, particularmente en los instrumentos educativos que aprovechan la tecnología de la información." (Traducción del autor).

⁵⁹ "...Sin embargo, los sistemas expertos jamás alcanzaron la soltura de los expertos humanos y casi nunca se les dio la oportunidad de tener la última palabra en casos reales. Un problema fundamental es que tales sistemas pueden incorporar una gran cantidad de conocimiento pero difícilmente pueden acceder al conocimiento sobre la validez de su conocimiento. Sin este meta-conocimiento, un sistema no puede formarse los juicios que fundamentan las decisiones sabias. En consecuencia, los sistemas expertos han sido degradados hoy a lo que se llama 'sistemas de apoyo de decisiones'." (Traducción del autor).

*believed that one single methodology, that of symbolic representation, could solve all cognitive problems, the current trend is to work with several forms of representations and data. (...)*⁶⁰

Lo anterior resume el estado actual del intento de solución vía Inteligencia Artificial y lo que en nuestros términos es la crítica a la debilidad pragmática de sus tendencias principales. No es ésta sin embargo la crítica más frecuente en la literatura pertinente. Lo es la crítica que podemos denominar “humanista” y que, en sus manifestaciones extremas, cae en sustituir dioses por humanos como centros exclusivos de toda creación, argumentando en contra de las máquinas, a veces en términos pseudo-científicos y otras en abierto lenguaje místico, vaguedades como “la infinita riqueza de la mente”, “lo irrepetible de la experiencia humana”, “el libre albedrío” etcétera. Muestra de una crítica humanista moderada es *The Evolution of Wired Life: From the Alphabet to the Soul-Catcher Chip; How Information Technologies Change Our World* (Jonscher 1999). En una sinopsis editorial de esta obra encontramos una expresión típica:

*“Charles Jonscher presents the other side of the argument. He shows us that (...) no calculating machine can match the creative power of the human mind.”*⁶¹

Pero los propios avances de la Inteligencia Artificial, aunque modestos por ahora, sugieren no suscribir esta crítica “humanista”, candidata al inefable museo de los imposibles, donde entre muchos se encuentra el famoso dictamen de Lord Kelvin en 1895, sobre la imposibilidad de que máquinas más pesadas que el aire puedan volar.

5.3.1.1.2. Intento de solución organizacional

No sólo los computadores han sido vistos como aparejos para domesticar la generación de conocimiento. Paralelamente se ha ensayado usar las organizaciones como corrales de doma o como incubadoras de conocimiento. Esta tendencia, aunque enunciada en otros términos, se le atribuye especialmente a Ikujiro Nonaka quien la postuló en obras como *“A Theory of Organizational Knowledge Creation: Understanding the Dynamic Process of Creating Knowledge”* (Nonaka 2001), *“The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation”* (Nonaka and Takeuchi 1995) y *“The concept of “ba”: Building a foundation for knowledge creation”* (Nonaka and Noboru 1998).

En buena medida el atractivo de la tesis de Nonaka ha estado en su promesa implícita de explicitar o por lo menos transferir la clave, tácita, del notorio éxito de algunas organizaciones japonesas en lo que a creación de conocimiento se refiere. Y bien podría pensarse que la promesa se cumple, a juzgar por ciertos éxitos alcanzados por organizaciones occidentales que “copiaron” métodos gerenciales de sus rivales o equivalentes japoneses. Sin embargo, no puede afirmarse que todo ese éxito se deba a las revelaciones de Nonaka ni que se refiera sólo a creación de conocimiento. Buena parte se refiere a métodos como la famosa “calidad total” y otras “buenas prácticas”, sin que esté claro cuánto corresponde a la generación de conocimiento. En todo caso, en general la Gerencia del Conocimiento no ha mostrado avances sustantivos en este aspecto. Veamos.

Tomemos por caso los laboratorios farmacéuticos, una de las industrias para las que la innovación resulta crítica y que por lo tanto han recurrido intensamente a las ciencias y técnicas aplicables a la generación y tratamiento del conocimiento. Su costo de innovación sigue siendo tan elevado que es uno de los argumentos con los que justifican mantener un precio poco accesible para pacientes y regiones enteras del mundo urgidos de medicamentos que no pueden pagar.

No se puede descalificar esta justificación simplistamente como mera maldad o avaricia capitalista. Buena parte de la humanidad ha aprendido que la socialización forzada de la producción, la expropiación o el no reconocimiento del costo y margen de beneficio de un producto en su precio, aunque sea por razones de solidaridad humana, conduce más temprano que tarde a la carestía de éste y otros productos similares (véase por ejemplo *“Price Controls and Shortages”* (Reisman

⁶⁰ “La meta primaria de la ciencia cognitiva contemporánea no es construir una máquina pensante, sino aumentar nuestra comprensión de los procesos cognitivos. Hay varios métodos para ello, incluyendo los experimentos psicológicos tradicionales, las observaciones de procesos cognitivos en la práctica, o la simulación de la cognición en robots o programas informáticos. A diferencia de los tempranos días de la Inteligencia Artificial (AI) cuando se creía que una sola metodología, la de la representación simbólica, podría resolver todos los problemas cognitivos, la tendencia actual es la de trabajar con diversas formas de representaciones y de data. (...)” (Traducción del autor).

⁶¹ “Charles Jonscher presenta el otro lado del asunto. Nos muestra que (...) ninguna máquina de calcular puede igualar el poder creativo de la mente humana.” (Traducción y subrayado del autor).

1980)). Esto ocurre por la inhibición de las iniciativas de inversión de riesgo y la deserción de investigadores y eventuales innovadores en favor de áreas más gratificantes, fenómeno este asimilable a las fugas de capitales y de cerebros (véase por ejemplo el informe “*Global competitiveness in Pharmaceuticals: A European Perspective*” (Gambardella, Orsenigo et al. 2000)). Los Estados, el voluntariado, las organizaciones sin fines de lucro o filantrópicas aportan paleativos, denuncias, control de abusos y buenas intenciones, lo que también es necesario, pero prácticamente nunca aportan un producto más económico. Véase por ejemplo “*The Cost of Innovation: Highlights from ‘Large Molecules, Large Dreams: A Forum on Global Drug Pricing and Sustainable Medical Innovation’*” (Seeley 2004). Allí se lee:

“*Drug companies need money to develop innovative products. Patients need innovative products whether they can pay for them or not. And a drug pricing policy that forgets either of these vital points is likely to be a disaster.*”⁶²

Puede verse también “*The price of innovation: new estimates of drug development costs*” (DiMasi 2003) o “*The pharmaceutical development process: estimates of current development costs and times and the effects of regulatory changes*” (Hansen 1979)

Dentro de la satanización simplista del capitalismo se puede sospechar que las innovaciones se logran antes de lo que se admite pero son retenidas o escondidas por los empresarios para agudizar la demanda, forzar el precio al alza y así incrementar la ganancia. Manifestación esta, entre muchas otras, de la perversión del monopolio, en este caso del monopolio del conocimiento. Perversión que desde luego no se puede descartar y que debe ser denunciada y combatida donde se presente, pero que también puede ser vista como una consecuencia de las dificultades de la innovación: de ser fácil innovar, lo difícil sería mantener el monopolio.

En cualquier caso, con independencia de la postura ideológica, el hecho es que no abundan las demostraciones de que la Gerencia del Conocimiento o demás disciplinas “enfocadas” hacia el conocimiento, hayan logrado reducir sustancialmente el costo o tiempo de la innovación. En el caso emblemático de la innovación en medicamentos contra el virus de la inmunodeficiencia humana, ningún índice general ni búsqueda puntual en la Web, a esta fecha, devuelve una publicación que mencione logros indiscutibles en este sentido. Tampoco los propios laboratorios ni sus consultores o asesores reportan “casos de éxito” convincentes. Las referencias que responden más prometedoramente a búsquedas con frases clave como “*knowledge management*”, “*cost of innovation*” y “*AIDS*”, se quedan en simple exposición de deseos, como el caso de <http://www.safaid.org>, un servicio africano de investigación, prevención, medicación y tratamiento del SIDA que afirma aplicar la Gerencia del Conocimiento, en especial la inspirada por Nonaka.

5.3.1.2. La transferencia del conocimiento tácito

En la sección “4.6.3. La transferencia de conocimiento como transferencia de información” mencionamos que “lo que podemos decir”, o sea, el conocimiento explícito, es información, información semántica, y se puede comunicar o transferir como tal.

De la sección “5.2.3.2. La diferencia entre ‘tangibilizar’ y explicitar el conocimiento tácito” inferimos que la transferencia de conocimiento originalmente tácito requiere preferiblemente hacerlo explícito y sólo en el caso del conocimiento irreductiblemente tácito, “tangibilizarlo” sin explicitarlo.

En la sección “5.2.4. El conocimiento por producir” vimos que éste no llega a ser conocimiento sino información sintáctica y ésta se puede comunicar o transferir como tal, sin esperar desde luego que haya transferencia de conocimiento.

De manera que si hay un cuello de botella en la transferencia de conocimiento, está en explicitar el conocimiento tácito o, en su defecto, “tangibilizarlo” sin haberlo explicitado.

La Gerencia del Conocimiento no exhibe mayores logros en el aumento de la velocidad de transferencia del conocimiento considerado tácito y no susceptible de hacerse explícito. El problema se plantea quizá por primera vez y de un modo muy conciso en esta cita de “*Personal Knowledge Towards a Post-Critical Philosophy*” (Polanyi 1962):

⁶² “Las compañías de medicamentos requieren dinero para desarrollar productos innovadores. Los pacientes requieren estas innovaciones ya sea que puedan o no pagarlas. Y cualquier política de precios de medicamentos que ignore cualquiera de estos dos puntos de vista seguramente acabará en un desastre.” (Traducción del autor).

*“Discussions of KM begin by addressing the question, ‘What is knowledge?’ The most popular tenet here rests on the forms of knowledge that can be expressed for codification. The “robust” assumption is that tacit knowledge is difficult to extract from the human mind, thus limiting the manipulation and transfer of this type of knowledge.”*⁶³

Pero de una muestra variada de la literatura reciente podemos inferir que no se han obtenido grandes logros; que la velocidad de transferencia del conocimiento sigue muy limitada por los tiempos de interacción humana entre maestro o experto y alumnos o aprendices.

En efecto, casi cuatro décadas después de que Polanyi planteara el problema, volvemos a leer, por ejemplo en *“Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology”* (Zucker, Darby et al. 2002), lo siguiente:

*“Commercializing knowledge involves transfer from discovering scientists to those who will develop it commercially”*⁶⁴

pero

*“... Our basic argument is that knowledge close to breakthrough discoveries needs to be transformed into words, codes, and/or formula before it can be easily transferred.”*⁶⁵

Un caso de éxito típicamente modesto se reporta en *“Tacit Knowledge and Environmental Management”* (Boiral 2002). Este artículo informa sobre cómo con la aplicación de ciertas técnicas gerenciales al conocimiento tácito contenido en la experiencia de individuos, en una organización de control ambiental, se logró usar este conocimiento para mejorar la identificación de la contaminación del ambiente, reaccionar y prevenirla con mayor eficacia. Pero no se desprende de este informe un logro sustancial ni generalizable.

De la descripción de Transferencia de conocimiento incluida en *“Making the Most of Your Company's Knowledge: A Strategic Framework”* (Krogh, Nonaka et al. 2001) inferimos que los logros de la Gerencia del Conocimiento en relación a la transferencia de conocimiento no van mucho más allá de los de la pedagogía.

En *“Learning Negotiation Skills: Four Models of Knowledge Creation and Transfer”* (Nadler 2003), tampoco se reportan mayores hallazgos en este sentido:

*“Our review of the learning and training literature revealed four common methods for training people to be more effective negotiators: didactic learning, learning via information revelation, analogical learning, and observational learning.”*⁶⁶

En efecto, los métodos de aprendizaje “didáctico” y de “revelación de información” corresponden al aprendizaje tradicional por medio de la pedagogía o la simple lectura de información explícita, respectivamente. Los métodos “análogo” y “de observación” se refieren al conocimiento tácito, pero

*“... the observation group showed the largest increase in performance, but the least ability to articulate the learning principles that helped them improve, suggesting that they had acquired tacit knowledge that they were unable to articulate.”*⁶⁷

⁶³ “Las discusiones sobre la gerencia del conocimiento (KM) comienzan formulándose la pregunta ‘¿Qué es conocimiento?’ La doctrina más popular al respecto reside en las formas de conocimiento que pueden ser codificadas. La asunción ‘robusta’ es la de que el conocimiento tácito es difícil de extraer de la mente humana, lo que limita la manipulación y transferencia de este tipo de conocimiento.” (Traducción del autor).

⁶⁴ “Comercializar el conocimiento conlleva su transferencia desde los descubridores científicos a los encargados de desarrollarlo comercialmente.” (Traducción del autor).

⁶⁵ “... Nuestro argumento básico es que el conocimiento asociado a descubrimientos importantes requiere ser transformado en palabras, códigos y/o fórmulas antes de poder ser fácilmente transferido.” (Traducción del autor).

⁶⁶ “Nuestra revisión de la literatura sobre aprendizaje y adiestramiento revelaron cuatro métodos comunes para adiestrar personal para ser negociadores más efectivos: aprendizaje didáctico, aprendizaje vía revelación, aprendizaje analógico, y aprendizaje por observación.” (Traducción del autor).

⁶⁷ “... el grupo de observación mostró el mayor aumento de desempeño, pero la menor capacidad de articular los principios de aprendizaje que los ayudaron a mejorar, lo que sugiere que adquirieron conocimiento tácito, que no pudieron articular.” (Traducción del autor).

Podemos decir pues que, en lo que respecta a transferencia del conocimiento, los logros de disciplinas como la Gerencia del Conocimiento están más en la identificación y planteamiento del problema en términos de negocios, que en las soluciones. Éstas siguen siendo esencialmente, aunque con nombres nuevos como “*coaching*”, las de la pedagogía tradicional, asistida o no por las tecnologías de la información. Es frecuente encontrar en publicaciones impresas o en la Web promociones como esta de http://www.soulwork.net/Systemic/knowledge_management.htm:

*“Much more than information technology (IT), knowledge management (KM) overlaps project and relationship management. You can transfer information with a fax or email. You can transfer knowledge with effective training and you can transfer wisdom with coaching and mentorship.”*⁶⁸

¿Hay acaso alguna diferencia sustancial entre “*effective training*” o “*coaching and mentorship*” y la tradicional actividad de la pedagogía, es decir, del maestro, del tutor, del entrenador o del profesor? Sí la hay, no es evidente y mucho menos explícita en la literatura de Gerencia del Conocimiento.

En general podemos decir que la única verdadera novedad de la Gerencia del conocimiento frente a la pedagogía tradicional está reconocer la existencia de conocimiento valioso en organizaciones no académicas y abrir en éstas espacios para la multiplicación del mismo. Es el caso, por ejemplo, del *Brain storming* (tormenta de ideas; ver por ejemplo “*Serious Creativity*” (de Bono 1992)) y el *IC-Multiplier effect* (efecto multiplicador del capital intelectual; ver por ejemplo “*Corporate Longitude*” (Edvinsson 2002)). ¿No es el primero una modalidad empresarial de los tradicionales foros, palestras, jornadas de intercambio intelectual etcétera? ¿No es el segundo una modalidad organizacional del efecto multiplicador del saber propio de las instituciones educativas tradicionales, tales como las universidades, o de los más populares seminarios o talleres?

Ahora bien, en la sección “4.6.2.2. La transferencia pedagógica”, concluimos que las dificultades de la transferencia de conocimiento convergen en la dificultad de la minimización pragmática. Lo que nos dice que ésta viene a ser la dificultad central de todo el asunto de la transferencia de conocimiento, particularmente del conocimiento tácito.

5.3.1.3. La incompatibilidad entre emisor y receptor

Hemos visto que, dada la compatibilidad entre emisor y receptor en las tres fases del conocimiento, la transferencia de conocimiento es transferencia de información. Por lo que en este caso podemos hablar de copias del conocimiento tal como lo hacemos de cualquier copia de información. Pero es frecuente el caso en que dado el sujeto de cierto conocimiento eventualmente valioso, resulte inexistente o muy escaso un receptor suficientemente compatible para la transferencia del mismo. Un ejemplo sería el conocimiento propio de una mente calificada de excepcional, superdotada o única, justamente. En “*Making the Most of Your Company's Knowledge: A Strategic Framework*” (Krogh, Nonaka et al. 2001) encontramos una alusión a una mente así:

*“In some ways, these individuals become “corporate revolutionaries” who create knowledge that in turn can become imperative to the long-term performance and survival of your firm.”*⁶⁹

Si el emisor de conocimiento es excepcional y su conocimiento es tácito, estamos en un caso agravado de transferencia de conocimiento tácito, sin que acerca de él podamos decir más de lo ya dicho en la sección precedente. Lo que sorprende es que la situación es la misma aunque se trate de conocimiento explícito si éste sólo lo es para la mente excepcional, en el sentido de que nadie más lo comprende fácilmente. Fue, entre tantos casos de genios incomprensidos, el de Ludwig Boltzmann, fundador de la Mecánica Estadística (véase por ejemplo “*Boltzmann's Work in Statistical Physics*” (Uffink 2004)). Su explicación mecánica del segundo principio de la termodinámica es tal vez uno de los ejemplos más altos de explicitud científica, ya que no sólo fue explícito como cualquier otro desarrollo físico-matemático, sino que explicitó un concepto que hasta esa explicación, los pocos físicos que lo empleaban para sus cálculos de rendimiento energético sólo podían hacerlo como si se tratase de conocimiento tácito, es decir, sabiendo cómo emplearlo (*knowing how*) pero no sabiendo muy bien qué. Aún así ninguno de los calificados colegas del

⁶⁸ “Mucho más que las tecnologías de la información (*IT*), la gerencia del conocimiento (*KM*) solapa a la gerencia de proyectos y relaciones. Se puede transferir información mediante el fax o el correo electrónico. Se puede transferir conocimiento mediante un adiestramiento efectivo y se puede transferir sabiduría mediante el tutelaje (*coaching*) y la tutoría (*mentorship*).” (Traducción del autor).

⁶⁹ “En cierto modo, estos individuos llegan a ser “revolucionarios corporativos” que crean conocimiento, el que a su vez llega a ser indispensable para el desempeño a largo plazo y la supervivencia de la organización.”

genio fue capaz de contener la burla y menos entenderlo sino muchos años después de su suicidio. (Una concisa y justa divulgación del aporte de Boltzmann se encuentra en “La Temperatura” (Smorodinski 1983)).

Tal como lo vimos en la sección “5.3.1.3. La incompatibilidad entre emisor y receptor”, el caso de la mente excepcional es similar al de un computador de diseño tan especial o extraordinario, que algunas de las aplicaciones que funcionan en él no lo pueden hacer, o por lo menos no con igual desempeño, en computadores más ordinarios.

Así, la transferencia de conocimiento entre un humano y una máquina de cierta inteligencia o un animal con sistema nervioso altamente desarrollado, es mayor que entre un humano y un artefacto totalmente lerdo. Lo es, claramente, en la medida en que emisor y receptor son más compatibles, es decir, en la medida en que para cada fase del ciclo del conocimiento sus capacidades son similares.

De modo que el problema pasa a ser producir o capacitar receptores para “relacionar” —o, si se prefiere, asimilar, comprender— las emisiones de conocimiento. Lo que es un tratamiento del conocimiento obviamente pragmático, que por tal tropieza con la misma dificultad que las anteriores dos dificultades: la de la minimización pragmática. En efecto, no hay mayor problema en producir o capacitar un receptor de información sintáctica, como tampoco de información semántica siempre y cuando el receptor demuestre, en la práctica, que comprende lo que recibe.

5.3.2. La dificultad central: la minimización pragmática

Las tres dificultades acabadas de describir estriban, como vimos, en la dificultad de la minimización pragmática. En efecto, concluimos que 1) lo impredecible de la generación de conocimiento tropieza con la dificultad de relacionar información con materia y energía, o si se prefiere, con bienes (materiales, equipo etcétera) y servicios, 2) la transferencia de conocimiento tácito resulta lenta y costosa por su necesidad de recursos pragmáticos y 3) la incompatibilidad entre emisor y receptor no es sintáctica y para no serlo semántica el receptor debe dar al menos muestras pragmáticas de que comprende lo que recibe.

Dicho de otro modo, compatibilizar al receptor con el emisor, además de ser el principal problema de la transferencia de conocimiento tácito o explícito, lo es también de la generación de conocimiento. No hay un verdadero problema de generación o de transferencia de información sintáctica y semántica; ésta se genera en cantidades y a velocidades que nos desbordan, pero la escasa capacidad de asimilación pragmática le limita la oportunidad de completar las fases del conocimiento. Más aún, seguramente abundan, sin que lo sospechemos, emisores —inventores, innovadores— de información sintáctico-semántica que de tener una oportunidad de probarse en la práctica demostraría ser un valioso aporte al conocimiento, pero de la que jamás nos enteramos y es para nosotros como si nunca se hubiese generado o transferido. Seguramente para incrementar el ritmo de innovaciones exitosas se requiera, del lado de los emisores, no tanto la genialidad de los Einstein, Edison o Mozart como su tenacidad en “ejecutar” sus ideas y, por el lado de los receptores, una mayor capacidad de procesamiento de tesis, de inventos, de composiciones etcétera. Al respecto puede verse “*Creativity: Genius and other myths*” (Weisberg 1986) y “*Why the law of effect will not go away*” (Dennett 1979).

Quizá nunca sabremos cuántos estudiantes no muy brillantes dedujeron a partir de la no relatividad de la velocidad de la luz, la relatividad del espacio-tiempo ni cuántas bombillas se encendieron antes de que brillara la de Edison ni cuántos compositores fueron sepultados en una fosa anónima, como Mozart, pero sin jamás haber sido escuchados. A la mayoría de nosotros nos ha pasado alguna vez ver a otras personas realizar triunfalmente ideas que hemos tenido e incluso tratado de impulsar con anterioridad pero sin suerte alguna. Y desde luego no hablo de plagio ni afirmo que Edison o Einstein o Mozart simplemente se ganaron la lotería. Cada uno de ellos tiene el valor de un as, digamos, pero además, a diferencia de otros eventuales ases, tuvieron la suerte de estar cerca del resto de los ases necesarios para formar el póquer circunstancial, lo que los estadounidenses suelen expresar como estar en el lugar apropiado en el momento apropiado. Una carta menos valiosa no habría bastado en similares circunstancias. De modo que lo excepcional de un Mozart tal vez no sea el hombre —su cualidad de as—, sino él y su circunstancia —el as con las cartas que lo acompañaron en el póquer— Y en ese caso, cualquier solución al problema de la generación de conocimiento, al igual que cualquier solución al problema de transferencia de conocimiento, pasaría por generar las circunstancias apropiadas, esto es, aumentar las oportunidades prácticas para que la información excepcional se convierta en conocimiento.

Tenemos pues, por una parte, que la minimización pragmática es la única manera de aventajar a la realidad con el conocimiento, esto es, la única manera de proyectar, prevenir, planificar, extrapolar, en fin, pensar antes de actuar en lugar de quemarse una y otra vez para probar que el fuego quema; pero por otra parte no podemos prescindir demasiado de la fase pragmática del conocimiento porque la principal diferencia entre éste y la mera información errática está justamente en su prueba práctica. Y la prueba práctica es lenta y costosa al requerir, por definición, interactuar con materia y energía. De modo que la minimización pragmática es un compromiso delicado, difícil, hacia el que la Gerencia del Conocimiento no ha mostrado avances significativamente mayores que la Pedagogía tradicional

Para ambas, sin embargo, las tecnologías de la información parece abrir una posibilidad de avance.

5.4. LA INFORMATIZACION DEL CICLO DEL CONOCIMIENTO COMO SOLUCION

Supongamos que un computador pudiese generar en un tiempo manejable suficientes combinaciones de símbolos, válidas bajo una sintaxis físico-matemática, como para que una de ellas sea la famosa ecuación de la Relatividad $e = mc^2$. Ahora bien, esta combinación no será sino una más de un alud o explosión combinatoria de otras combinaciones igualmente válidas bajo la sintaxis aplicada. Se requeriría efectuar validaciones pragmáticas y semánticas a todas las combinaciones del alud para rescatar aquellas con una validez no meramente sintáctica. Pero la prueba pragmática de una explosión combinatoria se haría excesivamente costosa por sus enormes requerimientos de recursos energético-materiales que a su vez requerirían recursos financieros y humanos adicionales y cuyo procesamiento, por lo demás, es mucho más lento que el de la información. De manera que lo pertinente es aplicar antes una severa minimización pragmática. Así, aplicaríamos un filtro que rescatase del alud sólo las combinaciones que tuviesen un significado físico-matemático pero fuesen nuevas respecto a una tabla de ecuaciones físico-matemáticas ya conocidas. De este modo, si la ecuación de la Relatividad no estuviese en esa tabla, resultaría semánticamente seleccionada como una nueva combinación. Sin embargo, aún así sería muy probable que resultasen seleccionadas muchas otras, manteniéndose el problema de los excesivos costos de la prueba pragmática. Recordemos que la teoría de la Relatividad, por sí sola, requirió de todo un instrumental astronómico para probar apenas las más evidentes de sus predicciones.

Las aplicaciones informáticas que sintetizan música con la calidad, cantidad y velocidad de un Mozart se venden en tiendas o se regalan en la Internet junto a las que juegan ajedrez de nivel gran maestro internacional, entre otras muchas aplicaciones basadas en el juego combinatorio. Hoy lo excepcional de Mozart se reduce a que lo fue desde su tiempo hasta la aparición de los sintetizadores modernos. Un computador moderno con dispositivos sintetizadores y reproductores de sonido puede memorizar una composición al ser expuesto a ella por primera vez, tanto o mejor que Mozart. Puede abstraer su sintaxis o patrones de ritmo, de armonía o de instrumentación y, en caso de identificarlos con alguno predeterminado, detectar imperfecciones formales –sintácticas- y proponer sus correcciones. Puede generar nuevas sintaxis con o sin retroalimentación humana; puede activar todos los mecanismos de reproducción de los sonidos de la orquesta más completa imaginable, e innumerables más; puede ejecutar la composición con estricta fidelidad o con cualquier margen de improvisación; si se le suministra adecuadamente información sobre la aprobación de un eventual público humano, puede rápidamente amoldarse a él; puede realizar a gran velocidad innumerables relaciones semánticas con otras partituras, arreglos y ejecuciones de amplia aprobación previa, encontrar similitudes rítmicas, armónicas, melódicas o instrumentales, componer “puentes”, referencias o combinaciones musicales entre ellas, intercambiarles ritmos e instrumentación e inferir proyecciones compositivas. Todo esto con la ventaja de que si al consumidor humano no le gusta el resultado, lo borra y ya, sin inflingirle una decepción cruel a otro humano y sin siquiera perder espacio en su disco duro. De modo que el sintetizador hace las veces de selector y el gusto del promotor o empresario –o de un público selectivo- hace las veces de selector.

Ahora bien, todas estas composiciones musicales informáticas, incluso las que cumplen con los más exigentes estándares, se pueden realizar en cantidades y velocidades mucho mayores que la capacidad de cualquier público de degustarlas y recordarlas u olvidarlas. Por lo que, como ya hemos dicho, el problema no es de generación de innovaciones sino de capacidad de procesamiento de las mismas, o, como también lo hemos dicho, un problema de compatibilidad entre emisor y receptor, un problema de acoplamiento, de sincronización entre generador y selector.

Cabe preguntarse si los computadores pueden ayudar a mejorar la capacidad de procesamiento pragmático de las innovaciones sintáctico-semánticas. Y la respuesta es que podrían hacerlo sólo en la medida en que los empleemos en profundizar la minimización pragmática. De otro modo, rebasaría cualquier capacidad de financiamiento darle a los computadores la facultad de experimentar las fórmulas por ellos generadas combinando insumos energético-materiales, procesos industriales y pruebas de mercado como si fuesen notas musicales; y sería impensable, al menos expresamente, dejarlos jugar al ajedrez con piezas humanas.

5.4.1. Praxis simulada y sus limitaciones

Una posibilidad bastante obvia de aprovechar la velocidad combinatoria de los computadores para la selección pragmática, es aprovechar también su velocidad de procesamiento para simular cada vez con mayor realismo la prueba práctica de las combinaciones. Es la potenciación por medios informáticos de lo que la comunidad científica ha conocido por siglos como “experimentos mentales” y en este trabajo hemos denominado minimización pragmática. Es en el fondo la promesa de la llamada “realidad virtual”, ya utilizada por ejemplo en los simuladores de vuelo para las prácticas de los pilotos. (Por cierto, el uso de la expresión “realidad virtual” para designar productos del negocio del espectáculo o de la electrónica de consumo, han desvirtuado su significado original. En efecto, antes de convertirse en frase hecha, la aplicación del calificativo “virtual” al sustantivo “realidad” connotaba aquello que tiene todas las virtudes o potencialidades de la realidad para un conjunto limitado de efectos o fines, como por ejemplo para fines audiovisuales. Pero ya hoy, en lugar de eso, connota popularmente una realidad alternativa e incluso opuesta. En este trabajo nos atenderemos al significado original de la expresión).

Desde luego, la simulación informática tiene sus limitaciones respecto a la prueba material. Limitaciones que vienen dadas por la elevada probabilidad de que uno o más de los componentes simulados contenga un error con respecto a su contraparte real. Hay ejemplos clásicos, como el de la piedra que cae del mástil (incluido en {Galilei, 1632 #992}). Aquí lo trasladaremos de la imaginación a la simulación en computador. Se puede asignar a la imagen de la piedra en la pantalla del computador una velocidad calculada mediante las leyes físicas correspondientes. Se proporcionarían datos como la altura del mástil, el peso de la piedra, la velocidad del barco y otros. La velocidad inicial de la piedra se consideraría cero tomándose como referencia el mástil. Ahora bien, si el barco no está en reposo respecto al plano del mar, la simulación o la imaginación poco prevenida mostrarían que la piedra tocaría suelo alejada de la base del mástil, ya que éste, a diferencia de la piedra, se habría desplazado a la velocidad del barco mientras la piedra caía. Lo que es un error porque el desplazamiento del barco y del mástil ocurren con respecto al plano del mar y la velocidad horizontal inicial de la piedra con respecto a ese plano no es cero sino la del barco. Y aún suponiendo que este error no llegase a ocurrir por haberse previsto la velocidad inicial de la piedra, todavía queda otra posibilidad de error aún más difícil de prever: la fricción horizontal de la piedra con el aire, misma que no ocurriría si el barco estuviese en reposo. En todo caso, lo importante aquí es destacar la facilidad con que un experimento mental o una simulación pueden incurrir en un error que en una prueba real no tendría lugar. Y en la mayoría de los casos las posibilidades de error son mucho menos obvias, mucho más sutiles, complejas.

Sin embargo, siempre será más viable perfeccionar las simulaciones que intentar probar en la práctica, con materia y energía reales, toda una combinatoria de posibilidades. En efecto, de no intentarse esta posibilidad, sólo nos quedaría resignarnos a que lo que hoy consideramos un avance excepcional del conocimiento lo siga siendo, es decir, que el conocimiento avance a ritmo humano, que los avances excepcionales resulten de una combinación afortunada del juego de barajas de los recursos humanos del mundo y sus circunstancias u oportunidades. No aprovecharíamos en la práctica el poder combinatorio de la informática, al menos no en todo su poder.

Sobre deshumanización del conocimiento ver “*In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power*” (Zuboff 1988)

5.4.2. Una inteligencia artificial más pragmática

En la sección “5.3.1.1. Intento de solución por Inteligencia Artificial” resumimos como “debilidad pragmática” el estado actual de la Inteligencia Artificial. Desde luego, la expresión se refiere a lo que en este trabajo hemos denominado la fase pragmática del conocimiento. La debilidad pragmática de la Inteligencia Artificial se origina al menos parcialmente en el hecho de que los primeros diseños de su software, alentados por la potencia de procesamiento lógico de las novedosas computadoras, apostaron con excesivo optimismo al juego de las palabras o las ideas,

a la inferencia lógica; incurrieron en ignorar la confrontación material de las ideas en lugar de minimizarla hasta donde fuera posible, que es lo recomendable; incurrieron pues en lo que se describe en la sección ” 3.2.2.3. Herencia semántica y perversiones idealistas: el idealismo ciego y la explosión combinatoria”.

En efecto, proliferaron los lenguajes y aplicaciones de inferencia lógica o prueba automática de teoremas y con ellos una enorme capacidad de generar información de cierta validez sintáctica e incluso de elevada selección semántica, pero sin una capacidad equivalente de prueba que permitiera seleccionar la información que tuviese alguna utilidad o significado práctico. Los posibles hallazgos obtenidos por inferencia lógica quedan simplemente sepultados, irreconocibles bajo un alud de otras posible inferencias.

Aminorar esta asimetría entre la generación artificial y la selección pragmática de información por la vía de aumentar la interacción de los computadores con el mundo energético-material parece ser la única posibilidad de que los computadores contribuyan a ensanchar el cuello de botella de la Gerencia del Conocimiento, en lugar de congestionarlo aún más.

Lo que en este trabajo denominamos praxis simulada es una manera de aumentar la interacción de los computadores no ya directamente con la realidad energético-material, pero sí con la representación digital más fidedigna posible de ella, es decir, con una simulación de la realidad lo más virtual posible. En menos palabras, la realidad virtual provee a la inteligencia artificial de su correspondiente realidad artificial.

Pero existe una posibilidad de que la inteligencia artificial se valide contra la realidad cotidiana sin desmedro del objetivo de la minimización pragmática. Las crecientes facilidades y penetración de la Internet posibilita la interacción masiva con usuarios. Estos por una parte introducen en la red suficiente cantidad y variedad de información para suplantar la generación artificial de información errática con información errática más actual o “viva” (aunque no está en el alcance de este trabajo pronunciarse por las ventajas o desventajas de esto último, pudiéndose siempre volver a la generación artificial en caso negativo). Por otra parte, aunque no se lo propongan y sin hacer ningún esfuerzo especial, los usuarios de la red son seleccionadores reales y en tiempo real de la información que circula por la Internet. Bien administradas, sus manifestaciones de preferencia, interés, curiosidad, aprobación, desaprobación etcétera, conforman un sondeo o estadística tan masiva que llega a ser un censo en vivo. Son el vínculo más ágil y a la vez masivo con la realidad del que cualquier inteligencia pueda disponer.

Desde luego, dicha inteligencia debe estar en capacidad de interactuar con ese enorme flujo de información, lo que descarta la inteligencia humana por sí sola, dadas sus limitaciones en lo que se refiere a procesamiento masivo de información. Se requiere por lo tanto de extensiones artificiales de la inteligencia humana, las que en conjunto conforman la inteligencia artificial. Y es ésta inteligencia la llamada a administrar bien las mencionadas manifestaciones de los usuarios de la Internet. Se requiere en efecto de inteligencia, por ejemplo, para no comparar en valores absolutos, sino relativos, la popularidad de un grupo musical de adolescentes medida en “clicks” sobre páginas de la Web con el número de publicaciones académicas que citan a determinado autor o texto. Se requiere de todo un sistema de elevada inteligencia y sensibilidad para detectar por ejemplo una variación brusca en la manifestación de interés por cierta información y su posible relación con otras variaciones o eventos que tengan su reflejo en la red.

Esto desplaza el empleo de inteligencia artificial desde las fases sintáctica y semántica del conocimiento a la fase de minimización pragmática. La minimización estaría dada por la capacidad de detectar tempranamente y discriminar inteligentemente las variaciones en la reacción de la masa de usuarios a la información circulante en la Internet.

Ciertos sistemas informáticos modernos, como los englobados bajo la denominación de Minería de datos (*Data Mining*; ver por ejemplo “*Principles of Data Mining*” (Hand, Mannila et al. 2001)), entre ellos los sistemas de Inteligencia de negocios o Inteligencia de mercados (*Business Intelligence, Market Intelligence*; véase por ejemplo “*The integration of business intelligence and knowledge management*” (Cody, Kreulen et al. 2002)) y muchos otros, se orientan al procesamiento de información masiva indirecta, esto es, información obtenida no como “*input*” de un sistema específico sino como compendio de los “*inputs*” e incluso “*outputs*” de la mayor variedad posible de sistemas. Esta data no necesariamente comparte una misma base de datos sino que está distribuida en muchas de ellas dentro de un gran almacén de datos (*Data Warehouse*; ver por ejemplo “*Business Modeling and Data Mining*” (Pyle 2003)) o conectadas a una o más redes cerradas (*intranets*) o incluso a la propia Internet. De modo que el rango de búsqueda de estos sistemas es similar al de los famosos buscadores de la Internet (como Yahoo! o Google). Pero su

capacidad de procesamiento de las sucesivas respuestas es mucho más sistematizado y automático. Requieren menos de la interacción con el usuario en el proceso de ampliación o reducción del margen de respuestas hasta seleccionar el conjunto de respuestas más pertinentes. Emplean técnicas de reconocimiento de patrones (*Pattern Recognition*), análisis estadísticos y otras, algunas de ellas de alta complejidad.

Por su parte, la data que conforma la “mina” que exploran los mencionados sistemas, si bien puede obtenerse por acumulación de “*inputs*” y “*outputs*” de sistemas no específicamente diseñados para obtener o producir esa data, tiende cada vez más a provenir de sistemas de “*input*” abierto a todos los usuarios de la Internet. Son desde los pequeño formularios de suscripción o encuestas de las páginas web particulares, pasando por los diversos foros de grupos de interés, hasta las enormes bases de conocimiento de construcción colectiva. Un conocido ejemplo se promociona por sí mismo en <http://es.wikipedia.org/wiki/Portada> :

“Bienvenido a Wikipedia, la enciclopedia libre que todos podemos editar.
En la versión en español, iniciada en el 2001, estamos trabajando en 71.959 artículos.”⁷⁰

Por cierto, el artículo correspondiente a minería de datos de *Wikipedia* (http://en.wikipedia.org/wiki/Data_mining) es la mejor referencia bibliográfica que puedo citar al respecto.

Las crecientes inversiones en investigación y desarrollo de computadores y comunicaciones cada vez más potentes aumentan o complementan las expectativas de que sistemas como los mencionados y en general los sistemas de inteligencia artificial enfocados en la minimización pragmática (aunque no se denominan así), puedan descongestionar el cuello de botella de la Gerencia del Conocimiento.

⁷⁰ La versión en inglés es bastante más extensa para la misma fecha, mencionando en su bienvenida (http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page) 719,526 artículos en edición.

6. CONCLUSIONES GENERALES

Las conclusiones de este trabajo se resumen en 1) la necesidad de recurrir a un marco conceptual más sólido que los hasta ahora empleados en el contexto de los negocios, para plantear problemas del conocimiento y sus eventuales soluciones; 2) la conveniencia de que este marco sea una intersección, que aquí mostramos, entre la Teoría de la Evolución y la Teoría de la Información; 3) la ubicación del principal cuello de botella de la Gerencia del Conocimiento en el límite de la minimización pragmática, límite ya detectado por la pedagogía tradicional y más allá del cuál la transferencia de conocimiento explícito (o enseñanza teórica, o bien, la herencia semántica) no puede remplazar la mucha más lenta transferencia de conocimiento tácito (o aprendizaje pragmático o bien, aprendizaje por confrontación con el mundo material) sin caer en perversiones semánticas como el excesivo idealismo o la explosión combinatoria; 4) la pertinencia de recurrir a las tecnologías de la información, en particular a las técnicas de simulación de la realidad (llamadas también realidad virtual) y de inteligencia del mercado masivo de la información a través de la Internet, como medios de informatizar en lo posible y así acelerar la necesaria confrontación entre el conocimiento teórico y el práctico.

El aporte académico del presente trabajo se centra en 1) mostrar la fragilidad de los diversos e incluso exóticos marcos conceptuales a los que han recurrido los teóricos de los negocios para plantear los problemas del conocimiento y sus eventuales soluciones y 2) mostrar que la teoría de la evolución y la teoría de la información sirven en conjunto de marco conceptual más consistente a dicho propósito.

Un aporte más dirigido a la praxis de la Gerencia del Conocimiento es mostrar que lo que ésta cree identificar como problemas de generación y transferencia de conocimiento en las empresas y en el contexto de los negocios, son sustancialmente los mismos problemas que se ha planteado desde antiguo la pedagogía, y que las soluciones propuestas por la primera no son sustancialmente mejores que las hace tiempo puestas en práctica por la segunda, excepto en lo que al uso intensivo de las tecnologías de la información se refiere. Siendo esto a lo que la Gerencia del Conocimiento debe dedicar su mayor esfuerzo.

Como orientación futura señalamos las áreas en las que creemos deben enfocarse los desarrollos informáticos que buscan resolver problemas relativos al conocimiento.

6.1. APORTE ACADEMICO

En las secciones iniciales mostramos que la ampliamente aceptada clasificación de la información en sintáctica, semántica y pragmática permite establecer un espacio en el que las formas u objetos informacionales se ubican según sus componentes sintáctico, semántico y pragmático. Mostramos que el conocimiento es un objeto informacional de dimensión predominantemente semántica y pragmática. De este modo aportamos referencias sólidas a la extendida polémica sobre si el conocimiento es o no información.

Por otra parte, mostramos que el conocimiento se completa tras un ciclo de tres fases, semejantes a las fases postuladas por la teoría de la evolución: una fase de generación de formas erráticas (correspondiente a las mutaciones del genotipo), una fase de materialización o desarrollo energético-material (correspondiente a la fase de desarrollo del fenotipo) y una tercera fase de relación o mezcla de las formas que superan la fase anterior, con la consiguiente producción de nuevas formas (equivalente a la reproducción eventualmente sexual de los fenotipos, paso principal de la selección natural de las especies biológicas).

Vimos también cómo en cada una de estas fases evolutivas y cognitivas predomina una de las dimensiones de la información: la fase de generación de formas erráticas, sin mayor significado, es eminentemente formal y por lo tanto sintáctica; la fase de materialización es la toma de significado material, pragmático, por parte de la forma; y la fase de relación es la significación de una forma en relación a otras, es decir, una relación semántica. De nuevo, aportamos de este modo un marco referencial sólido a las discusiones sobre si el conocimiento y, de manera más general, la cultura, es o no un proceso evolutivo, con ideas o “memes” en lugar de genes.

Situamos en este marco referencial los problemas de generación y transferencia del conocimiento planteados por la disciplina que en las últimas décadas se ha ocupado más del tema: la Gerencia del Conocimiento. Vimos que la dificultad de explicitar y a fin de cuentas transferir o comunicar el conocimiento tácito, considerado todo ello el cuello de botella de la Gerencia del Conocimiento,

está en la lentitud de la fase pragmática del conocimiento, por ser en ella donde las ideas se confrontan con la materia y la energía en una indispensable prueba de su viabilidad material, práctica. Mostramos que esta fase pragmática no se puede reducir más allá de cierto límite sin riesgo de caer en las perversiones semánticas de la idealización ciega y la explosión combinatoria.

Mostramos que si bien la Gerencia del Conocimiento, a diferencia de otras disciplinas, recurrió decididamente a las innovaciones en tecnología de la información, éstas, en particular la Inteligencia artificial, no fueron enfocadas hacia el verdadero cuello de botella: la minimización de la fase pragmática sin incurrir en el exceso semántico. Se enfocaron en la solución de problemas principalmente semánticos, incurriendo de hecho en el exceso semántico. A pesar de lo cuál, no es ésta la crítica más extendida contra el intento informático. Los críticos se centran en ataques humanistas, denunciando la “mecanización” de una facultad exclusivamente humana, con lo que en lugar de aclarar el problema o aportar una solución, lo hacen más confuso, pues traen a colación referencias innecesarias y de por sí problemáticas, como los prejuicios acerca de lo que es o no exclusivamente humano. En cambio, de entenderse el conocimiento como una especial combinación de dimensiones de la información, se entendería sin mayores complicaciones la aplicación de la tecnología de la información a la solución de las limitaciones cognitivas de los humanos.

6.2. APORTE A LA PRAXIS DE LA GERENCIA DEL CONOCIMIENTO

Este trabajo muestra al gerente del conocimiento que 1) la Gerencia del Conocimiento debe evitar los marcos de referencia ad-hoc y suscribir o producir un marco conceptual más general, para no desaprovechar las experiencias útiles de otras disciplinas, tales como la pedagogía tradicional, la cuál, mucho antes que la Gerencia del Conocimiento, reconoció la existencia de un límite para la conversión del conocimiento pragmático, o *know how*, en conocimiento explícito (lo que aquí hemos denominado el límite de la minimización pragmática); 2) dicho límite representa el principal cuello de botella de la Gerencia del Conocimiento, ya que el conocimiento pragmático constituye la fase más lenta del ciclo del conocimiento y 3) la única posibilidad a la vista de mitigar los retardos debidos a dicho cuello de botella está en aplicar la Informática, al menos por estas dos vías: a) la simulación informática de la prueba práctica del conocimiento, a través de técnicas de la llamada realidad virtual y b) la aceleración del mercado del conocimiento a través de la aplicación de técnicas de inteligencia de mercado al mercado ya masivo e informatizado de la Internet.

6.3. ORIENTACIÓN FUTURA

El marco referencial de las dimensiones de la información nos permite orientar los recursos informáticos al meollo de los problemas de la Gerencia del Conocimiento y tantear de ese modo una posible solución por esta vía. Al reconocer que la fase pragmática del conocimiento no se puede reducir a cero sin incurrir en las perversiones semánticas, nos planteamos la posibilidad de aplicar la informática para reducir la duración de la fase pragmática irreducible. Una manera de hacerlo es simular informáticamente, en todo cuanto sea posible, la puesta en práctica de las ideas: probarlas en lo que hoy se denomina realidad virtual, haciéndola lo más real posible. Es lo que aquí llamamos “praxis simulada”.

Otra posibilidad es aprovechar lo que hoy es de hecho una masiva interacción de ciertos sistemas informáticos con el “mundo real” a través de la información afanosamente introducida a la Internet por el voluminoso y creciente número de sus usuarios. En efecto, los usuarios aportan masivamente a la red sus necesidades prácticas, sus ofertas de solución –desde las más erráticas hasta las más sensatas e incluso científicamente validadas- y, lo más importante, la selección de las soluciones más satisfactorias para ellos, que es decir las soluciones más satisfactorias en la práctica, ya que de un modo u otro pagan por ellas, bien sea comprando un bien o servicio que las incorpore o dedicándole un considerable tiempo de esfuerzo intelectual y de conexión a la Internet para saber de qué se trata. No hablamos pues de un mero concurso de simpatías por Internet, ya que cada voto le cuesta dinero o esfuerzo al usuario, privilegiando así la economía del voto, propia de las elecciones democráticas más maduras. Lo que postulamos es más bien un software de “inteligencia de mercado” llevado a niveles tan masivos y exhaustivos que sus resultados, tras haber superado los filtros que van desde el nivel del consumidor cotidiano hasta el del investigador académico en un proceso acelerado gracias a las velocidades informáticas, se puedan considerar lo más depurado del conocimiento mundial. El sistema está inevitablemente abierto al error, al fraude, a la oferta engañosa y demás riesgos del mercado tradicional. Estos riesgos además estarán amplificadas por las velocidades de la informática, pero por ello mismo se evidenciarán y

serán procesados más rápidamente, elevando al mismo tiempo la velocidad de aprendizaje, el nivel de exigencia y la sabiduría del consumidor. De modo que si bien esta propuesta no excluye que los ladrones tengan las mismas armas informáticas que la policía, por así decirlo, garantiza por ello mismo que la generación de conocimiento se acelerará. Llamamos a este sistema de aceleración del conocimiento “una inteligencia artificial más pragmática”.

Este trabajo sugiere enfáticamente a los tomadores de decisión, gerentes y administradores del conocimiento orientar sus inversiones a la investigación y desarrollo de soluciones bajo las mencionadas áreas informáticas. La llamada realidad virtual ya está siendo empleada con éxito en la simulación de casos de estudio de las más diversas disciplinas, desde la medicina y la ingeniería genética hasta la física nuclear y la neurociencia, pasando por la ingeniería civil, la arquitectura y las ciencias y tecnologías del ambiente. Pero esto ocurre sin que la Gerencia del Conocimiento lo incluya entre sus principales objetivos o estrategias, al menos no al mismo nivel en que se ocupa de soluciones que ya han sido ensayadas por la pedagogía tradicional. Algo similar ocurre con la inteligencia de mercado sobre la Internet, a pesar de que ésta es el mayor y más expedito mercado de conocimiento que el mundo haya imaginado.

Podemos decir que la informática y en particular la Web ha sido hasta ahora una plataforma de expansión para la fase sintáctica del conocimiento humano, comenzando apenas a serlo, mediante el comercio electrónico y otras aplicaciones, para la fase pragmática. También ha intentado ser plataforma para la fase semántica, pero se ha visto restringida por lo que aquí hemos denominado perversiones semánticas, en particular la explosión combinatoria. En efecto, si bien el desarrollo de la llamada Web semántica avanza en su capacidad de interrelacionar automática y dinámicamente la información que circula por la Internet, dicho desarrollo se tropieza con que, al no contar con un criterio pragmático de selección, cualquier relación, de entre el enorme número combinatorio de ellas, por alocada o inútil que resulte en la práctica, competirá por establecerse, causando sin tardanza una explosión combinatoria y el colapso de cualquier capacidad de manejo relacional de la información. De modo que la Web semántica, para ser considerada una plataforma de expansión de la fase semántica del conocimiento humano y completar así el ciclo del conocimiento, tendrá que esperar por el desarrollo previo o al menos paralelo de lo que podemos llamar la Web pragmática.

La intención del autor del presente trabajo es adentrarse en la investigación y desarrollo de la administración del conocimiento a través de las mencionadas vías, con apoyo de las empresas de tecnologías de la información de las que en la actualidad forma parte, y con la ya invaluable colaboración de un investigador post-doctorado, director de esta tesis y profundamente interesado en el tema. Esperamos en conjunto desarrollar un sistema que básicamente capte alguna “idea” por la Internet bajo ciertos parámetros de aleatoriedad, la “traduzca” al lenguaje o formato de “input” de todas las realidades virtuales que tengamos a nuestro alcance (eventualmente también por Internet), la “pruebe” obteniendo un “output” de cada realidad virtual (que puede ir desde un mensaje de rechazo por sintaxis irreconocible hasta la notificación de admisión semántica y reprobación en la práctica virtual) y registre el resultado, repitiéndose incesantemente el proceso hasta que contemos con un registro del que podamos inferir la frecuencia esperable de casos de éxito bajo dicho método y otras estadísticas de interés. A continuación esbozamos unos modelos sencillos para comenzar a desarrollar y probar el método:

- o Un sitio web que –automáticamente, como el resto del proceso- convoque a los jugadores de ajedrez y a los sitios web de ajedrez electrónico a enviar partidas en proceso, las presente como problemas a todo usuario de la Internet, reciba sus soluciones, las remita a todos los simuladores con los que el sitio web tenga vínculos por Internet, registre los resultados y use finalmente el registro para cuantificar relaciones como la frecuencia de resultados exitosos con el número de usuarios participantes, entre muchas otras estadísticas de interés para la propia investigación y desarrollo del modelo.
- o Un buscador en la Web de archivos de música, que los remita a un auditorio virtual con variación aleatoria de los parámetros de gusto musical a través de variables como ritmo, armonía, instrumentación, vocalización y otros, registrándose el nivel de gusto por cada archivo y juego de parámetros, de modo que se puedan obtener correlaciones estadísticas interesantes para la investigación y eventualmente un “hit” musical, que de otra forma no habría llegado a serlo.

Cabe añadir, para finalizar, que modelos como éstos no son ni mucho menos ideas irrealizables. Empresas como Microsoft, Yahoo o Google comenzaron, la última hace menos de una década, con proyectos que hoy parecen obvios pero que en sus inicios lucían muy distantes; ellas mismas

desarrollan en el presente y anuncian lanzamientos parciales de aplicaciones que van por la línea del método aquí esbozado.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abraham, S. (2002). Oil Dependency: A Major Concern, (Energy Secretary testifying before) The House of Representatives International Relations Committee.
- Ackoff, R. L. (1989). "From Data to Wisdom." *Journal of Applied Systems Analysis* **16**: 39.
- Adams, R. (1975). *Energy and Structure: A Theory of Social Power*. Austin and London, Univ. of Texas Press.
- Alberts, B., D. Bray, et al. (1986). *Biología Molecular de la Célula*. Barcelona, Omega.
- Alesina, A. and H. Rosenthal (1996). "A Theory of Divided Government." *Econometrica* **V.64**(6): 1311-1341.
- Alexander, C. (1964). *Notes on the synthesis of form*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Alonso, M. and E. Finn (1970). *Física Vol I: Mecánica*, Fondo Educativo Interamericano, S.A.
- Ammerman, A. J. and W. Andrefsky (1982). Reduction sequences and the exchange of obsidian in Neolithic Calabria. *Contexts for prehistoric exchange*. J. E. Earle and T. K. Ericson. New York, Academic Press: 149-172.
- Armistead, C. and M. Meakins (2002). "A Framework for Practising Knowledge Management." *LRP - Long Range Planning* www.lrpjournal.com(35 (2002) 49-71).
- Axelrod, R. and W. D. Hamilton (1984). The Evolution of Cooperation in Biological Systems. *The Evolution of Cooperation*. R. Axelrod, Basic Books, Inc.
- Ayala, F. J. and J. A. Kriger (1984). *Genética Moderna*. México, Fondo Educativo Interamericano.
- Bachelard, G. (1973). *Epistemología*. Anagrama, Barcelona.
- Barkow, J. H., L. Cosmides, et al., Eds. (1992). *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture*. New York, New York.
- Basalla, G. (1988). *The evolution of technology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Bass, T. A. (1996). The future of money. *Wired*. **4**.
- Beck, B. (1980). *Animal tool behaviour: the use and manufacture of tools by animals*. New York, Garland.
- Beniger, J. (1986). "The Control Revolution Technological and Economic Origins of the Information Society."
- Bennet, C. (1988). "Demonios, motores y segunda ley." *Investigación y Ciencia* **136**.
- Benyon, D. R. (1993). A Functional Model of Interacting Systems; A Semiotic approach. *CSCW and AI*. J. H. Connolly and E. A. Edmonds, Lawrence Erlbaum.
- Bloom, F. E. and A. Lazerson (1985). *Brain, Mind and Behavior*. New York, Freeman.
- Boesch, C. and M. Tomasello (1998). "Chimpanzee and Human Cultures." *Current Anthropology* **39**(5): 591-.
- Boiral, O. (2002). "Tacit Knowledge and Environmental Management." *LRP Long Range Planning* (www.lrpjournal.com)(35 (2002) 291-317).
- Bonner, J. (2000). *First Signals: The Evolution of Multicellular Development*. Princeton, N.J., Princeton University Press.
- Born, M. (1949). "Natural Philosophy of Cause and Chance."
- Bower, T. G. R. (1974). The evolution of sensory systems. *Perception: Essays in Honor of James J. Gibson*. R. B. Macleod and H. L. J. Pick. Ithaca, Cornell University Press.
- Box, H. and K. Gibson, Eds. (1999). *Mammalian Social Learning Comparative and Ecological Perspectives*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Boyd, R. and P. J. Richerson (1987). Simple models of complex phenomena: The case of cultural evolution. *The Latest on the Best*. J. A. Dupré. Cambridge, MA/London, MIT Press: 27-52.
- Boyer, M. (2001). *Et l'homme crea les dieux*. Paris, Robert Laffont.
- Brack, A., Ed. (1998). *The Molecular Origins of Life: Assembling Pieces of the Puzzle*. New York, Cambridge University Press.
- Braverman, H. (1974). *Labor and Monopoly Capital*.
- Brier, S. (1995). "Cyber-Semiotics: On autopoiesis, code-duality and sign games in bio-semiotics." *CYBERNETICS & HUMAN KNOWING (A Journal of Second Order Cybernetics & Cyber-Semiotics)* **3**(1).
- Brillouin, L. (1962). *Science and Information Theory*, Academic Press.
- Bunge, M. (1960). *La ciencia: Su método y su filosofía*. Buenos Aires, Siglo Veinte.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología, ciencia de la ciencia*. Barcelona, Ariel.
- Burrell, M. (1999). *Appraisal and information theory*. DLM-EXPERTS' MEETING: PRINCIPLES OF APPRAISAL AND THEIR APPLICATION IN ELECTRONIC ENVIRONMENT - European models and concepts, TAMPERE, FINLAND.
- Burrows, B. (2001). "Book Reviews and Review Briefs on Dixon, Nancy M., 2000, "Common Knowledge: How Companies Thrive On Sharing What They Know", Harvard University Press." *Long Range Planning* **34**: 270.

- Buss, L. W. (1987). The Evolution of Individuality. Princeton, NJ., Princeton University.
- Caldwell, B. (2000). "The Emergence of Hayek's Ideas on Cultural Evolution." Review of Austrian Economics **13**: 5-22.
- Callen, H. B. (1963). "Thermodynamics."
- Calvin, W. H. (1996). The Cerebral Code: Thinking a Thought in the Mosaics of the Mind, MIT Press.
- Calvin, W. H. and G. A. Ojemann (1980). Inside the Brain: Mapping the Cortex. Exploring the Neuron. New York, New American Library.
- Campbell, D. (1982). "Experiments as Arguments." Knowledge: Creation Diffusion, Utilization **3**: 327-337.
- Campbell, D. T. (1974). Unjustified variation and selective retention in scientific discovery. Studies in the philosophy of biology. F. J. Ayala and T. Dobzhansky. London, Macmillan: 139-161.
- Campbell, D. T. (1988). "A general 'selection theory' as implemented in biological evolution and in social belief-transmission-with-modification in science [A commentary on Hull]." Biology and Philosophy **3**: 171-177.
- Campbell, J. (1988). Collapse of an Industry: Nuclear Power and the Contradictions of US Policy, Cornell University Press.
- Capurro, R. and B. Hjorland (2003). The Concept of Information. Annual Review of Information Science and Technology (Chapter 8). B. Cronin. **37**: 343-411.
- Carnap, R. and Y. Bar-Hillel (1952). An outline of a theory of semantic information, Massachusetts Institute of Technology, Research Laboratory of Electronics.
- Casti, J. L. and A. Karlqvist (1995). Cooperation and Conflict in General Evolutionary Processes. New York, Wiley.
- Chaitin, G. J. (1982). "Gödel's theorem and information." International Journal of theoretical physics(22).
- Chaitin, G. J. (1987). "Information, Randomness and Incompleteness."
- Changeux, J.-P. (1985). Neuronal man: The biology of mind. New York, Oxford University Press.
- Chomsky, N. (1957). Syntactic Structures. The Hague, Mouton.
- Close, F. (1990). Too Hot to Handle. London, WH Allen.
- Cody, W. F., J. T. Kreulen, et al. (2002). "The integration of business intelligence and knowledge management." IBM Systems Journal **41**(No. 4): 697-713.
- Cohen, D. H. (1974). The neural pathways and informational flow mediating a conditioned autonomic response. Limbic and Autonomic Nervous System Research. L. V. Di Cara. New York, Plenum Press.
- Cole, C. (1993). "Shannon revisited: information in terms of uncertainty." Journal of the American Society for Information Science **44**(4): 204-211.
- Cole, C. (1997). "Calculating the information content of an information process for a domain expert using Shannon's mathematical theory of communication: a preliminary analysis." Information Processing & Management **33**(6): 715-726.
- Cole-Turner, R. (1993). The New Genesis: Theology and the Genetic Revolution. Louisville, Westminster/John Knox Press.
- Conway Morris, S. (2000). "Evolution: Bringing Molecules into the Fold." Cell **100**(1): 1-11.
- Cortés Morató, J. and A. Martínez Riu (1991). Diccionario de filosofía en CD-ROM. Barcelona, Empresa Editorial Herder S.A.
- Crama, P., B. De Reyck, et al. (2005). "Managing Technology Risk in R&D Project Planning: Optimal Timing and Parallelization of R&D Activities." DTEW Research Report (K.U.Leuven) **0501**: 34.
- Cuvillier-Hot, V., A. Lenoir, et al. (2004). "Reproductive monopoly enforced by sterile police workers in a queenless ant." Behavioral Ecology **15**: 970-975.
- Daniels-Dwyer, R. (2000). Implementing a Knowledge Management Programme from the Bottom Up. ANZAM conference, Macquarie University, Sydney, <http://www.sveiby.com.au/knowledgebasedstrategy.htm>.
- Darwin, C. (1859). The origin of species. London, John Murrup.
- Davenport, T. H. and L. Prusak (1998). Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know, Harvard Business School Press.
- Davies, G. (2002). A History of money from ancient times to the present day, Cardiff: University of Wales Press.
- Davies, M. (2001). Knowledge, explicit and implicit (philosophical aspects). International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences. N. J. S. a. P. B. B. (eds). Amsterdam, Elsevier Science Ltd.
- Davis, W. (1965). The Universal Brain: is Centralized Storage and Retrieval of all Knowledge Possible, Feasible, or Desirable? The Growth of Knowledge: Readings on Organisation and Retrieval of Information. M. Kochen. New York: Wiley, 1965.
- Dawkins, R. (1976). The Selfish Gene. Oxford, Oxford University Press.

- Dawkins, R. (1982). Replicators and Vehicles. Current Problems in Sociobiology. K. s. C. S. Group. Cambridge, Cambridge University Press: 45-64.
- Dawkins, R. (1986). The Blind Watchmaker. London, Penguin.
- de Boissieu, C. (1998). The Dematerialization of Money: Facts and Consequences. What is the meaning of money? R.-P. Droit. New York, Boulder, Distributed by Columbia University Press: 121-.
- de Bono, E. (1992). Serious Creativity. New York, HarperBusiness.
- de Jevenois, P. (2000). "El fin de la Gran Biblioteca de Alejandría. La leyenda imposible." Revista de Arqueología.
- Demarest, M. (1997). "Understanding Knowledge Management." LRP Long Range Planning (www.lrpjournal.com)(Vol. 30, No. 3. pp 374 to 384, 1997).
- Denbigh, K. and J. Denbigh (1985). Entropy in Relation to Incomplete Knowledge, Cambridge Univ. Press.
- Dennett, D. C. (1979). "Why the law of effect will not go away." Journal of the Theory of Social Behavior **5**(2): 169-187.
- DiMasi, J. A., R.W. Hansen, H.G. Grabowski (2003). "The price of innovation: new estimates of drug development costs." Journal of Health Economics **2**: 151-185.
- Dixon, N. M. (2000). "Common Knowledge: How Companies Thrive On."
- Donald, M. (1991). "Origins of Modern Mind Three stages in the evolution of culture and cognition."
- Douglas, A. E. (1992). "Symbiosis in evolution." Oxford Surveys in Evolutionary Biology **8**: 347-382.
- Dowling, D. (1987). Fictions of Nuclear Disaster. Iowa City, Univ. of Iowa Press.
- Downs, A. (1957). An Economic Theory of Democracy. New York, Harper.
- DRAE, R. A. E., Ed. (2001). Diccionario de la lengua española.
- Dretske, F. (1981). Knowledge and the Flow of Information. Oxford, Blackwells.
- Drucker, P. F. (1993). Post-Capitalist Society. New York, HarperCollins.
- Dugatkin, L. (1997). Cooperation Among Animals: An Evolutionary Perspective. Oxford, Oxford University Press.
- Dyson, E., G. Gilder, et al. (1994). "Cyberspace and the American Dream: A Magna Carta for the Knowledge Age." New Perspectives Quarterly **Vol. 11**(4).
- Edelman, G. M. (1987). Neural Darwinism: The theory of neuronal group selection. New York, Basic Books.
- Edvinsson, L. (2002). Corporate Longitude, Bookhouse.
- Efimova, L. (2004). The skill of writing is to create a context in which other people can think. **2005**.
- Eigen, M., W. Gardiner, et al. (1981). "The origin of genetic information." Scientific American(244).
- Enríquez, J. (2002). "Los imperios del futuro serán los imperios de la mente." Centro de Estudios Latinoamericanos David Rockefeller(Octubre 2002).
- Epstein, R. L. and W. A. Carnielli (1989). Computability and Computable Functions. Pacific Grove, Wadsworth and Brooks/Cole.
- Ezzamel, M. (1994). "The emergence of the 'accountant' in the institutions of ancient egypt." Management Accounting Research (Sarasota) **5**(3-4): 221-47.
- Fay, R. R. and A. N. Popper (1997). "Evolution of vertebrate sensory systems." Brain, Behavior, and Evolution **50**: 187-188.
- Fay, R. R. and A. N. Popper (1997). "Preface to special issue on Evolution of Sensory Systems." Brain, Behavior, and Evolution **50**: 1-2.
- Feather, J. and P. Sturges, Eds. (1997). International Encyclopedia of Information and Library Sciences. London & New York.
- Fehr, E. and e. al. (2002). "Strong Reciprocity, Human Cooperation, and the Enforcement of Social Norms." Human Nature **13**(1): 1-25.
- Feigenbaum, E., P. McCorduck, et al. (1988). The Rise of the Expert Company: How Visionary Companies are Using Artificial Intelligence to Achieve Higher Productivity and Profits." MacMillan.
- Feinberg, T. E. and M. J. Farah (1998). Behavioral Neurology and Neuropsychology. New York, McGraw Hill.
- Fodor, J. A. (1974). The Language of Thought. Cambridge, Harvard University Press.
- Fodor, J. A. (1986). "Information and Association." Notre Dame Journal of Formal Logic(v. 27, n.3).
- Foster, F. H. and R. L. Shook (1993). Patents, Copyrights, & Trademarks, Wiley.
- Furusawa, C. and K. Kaneko (2000). Complex Organization in Multicellularity as a Necessity in Evolution. Artificial Life VII: Proceedings of the Seventh International Conference on Artificial Life. M. Bedau and e. al. Cambridge, Mass., MIT Press: 1-12.
- Gabora, L. (1995). Meme and variations: A Computer Model of Cultural Evolution. Lectures in Complex Systems. L. Nadel and D. Stein. Boston, Addison-Wesley.
- Gabora, L. (1998). "Autocatalytic Closure in a Cognitive System: A Tentative Scenario for the Origin of Culture." Psychology **9**(67): 1-26.
- Gabora, L. (2004). "Ideas are not replicators but minds are." Biology and Philosophy **19**(1): 127-143.

- Galbraith, J. K. (1967). The New Industrial State. Boston, Houghton Mifflin.
- Galup, S. D., R. Dattero, et al. (2002). "Knowledge Management Systems: An Architecture for Active and Passive Knowledge." Information Resources Management Journal **15**(1): 22 - 27.
- Gambardella, A., L. Orsenigo, et al. (2000). Global competitiveness in Pharmaceuticals: A European Perspective, Directorate General Enterprise of the European Commission.
- Gamble, T. J. (1983). "The natural selection model of knowledge generation: Campbell's dictum and its critics." Cognition and Brain Theory **6**(3): 353-363.
- Gärdenfors, P. (1999). "Cognitive science: from computers to anthills as models of human thought." Human IT **2**.
- Gautier, P. and R. Soubeyran (2004). Political Alternation: a suggested interpretation. EDGE Jamboree 2004, Department of Economics, University College, Dublin.
- Ghiselin, M. (1974). The Economy of Nature and the Evolution of Sex. Berkeley, University of California Press.
- Gödel, K. (1986). "On formally undecidable propositions of Principia Mathematica and related systems."
- Gorman, M. E. and W. B. Carlson (1990). "Interpreting Invention as a Cognitive Process: The Case of Alexander Graham Bell, Thomas Edison, and the Telephone." SCI. TECH. & HUM. VALUES **15**: 131-145.
- Gryba, E. M. (1977). "The evolution of tool-using and tool-making behavior." Man **12**(33-47).
- Guignard, P. (1999). A Powerful and Easy-to-use Internet Enabled Expert System which Knows the Limit of its Knowledge. Conference on Knowledge Management KNOW'99, Sydney.
- Guthrie, W. K. C. (1984). Historia de la filosofía griega. Madrid 1984, Gredos.
- Guttmann, R. (2003). Cybercash: The Coming Era of Electronic Money. London, Publisher Palgrave Macmillan.
- Haisch, B., A. Rueda, et al. (1994). "Beyond E = mc²." The Sciences (NY Acad. of Sciences) **34**(26).
- Hake, H. W. (1955). A note on the concept of "channel capacity" in psychology. Information theory in psychology. H. Quastler (Ed.). Glencoe, Ill., Free Press.
- Hall, R. (1992). "The strategic analysis of intangible assets." Management Journal(13, 135-144 (1992)).
- Hand, D., H. Mannila, et al. (2001). Principles of Data Mining, MIT Press, Cambridge.
- Hansen, R. W. (1979). The pharmaceutical development process: estimates of current development costs and times and the effects of regulatory changes. Issues in Pharmaceutical Economics. R. I. Chien. Lexington, MA, Lexington Books: 151-187.
- Hawking, S. W. (1988). Historia del Tiempo. Barcelona, Crítica.
- Hayek, F. A. (1948). "Individualism and Economic Order."
- Hempel, C. (1977). Filosofía de la ciencia natural. Madrid, Alianza.
- Henry, J., Ed. (2001). Creative Management (2nd Edition). London, Sage Publications Ltd.
- Hewes, G. W. (1973). "An explicit formulation of the relation between tool-using and early human language emergence." Visible Language **7**(2): 101-127.
- Hill, T. (1960). "An Introduction to Statistical Thermodynamics."
- Hirshleifer, J. (1971). "The private and social value of information and the reward to inventive activity." American Economic Review **61**: 561-574.
- Hirshleifer, J. (1973). "Where are we in the theory of information?" American Economic Review **63**: 31-39.
- Hirshleifer, J. (1977). "Economics from a biological viewpoint." Journal of Law and Economics **20**: 1-52.
- Hirshleifer, J. (1978). "Competition, cooperation, and conflict in economics and biology." American Economic Review **68**: 238-243.
- Hoffman N (1995). A Dialogue on Chemically Induced Nuclear Effects. A Guide for the Perplexed about Cold Fusion. La Grange Park, Ill, USA, American Nuclear Society.
- Holzmüller, W. (1984). Information in Biological Systems: The role of Macromolecules, Cambridge Univ. Press.
- Hubel, D. H., Ed. (1979). The Brain. San Francisco, Freeman (Also Scientific American special issue 241(3), September 1979).
- Huber, R. B. (1964). Influencing through argument. NY, David McKay Company, Inc.,.
- Hull, D. (1982). The naked meme. Learning, Development and Culture; Essays in evolutionary epistemology. H. C. Plotkin, John Wiley & Sons.
- Hull, D. (1988). "Science as a Process. An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science."
- Hull, D. (2004). Replication. Stanford Encyclopedia of Philosophy. E. N. Zalta. Stanford, CA., Stanford University (The Metaphysics Research Lab).

- Hull, D. L. (1980). "Individuality and Selection." Annual Review of Ecology and Systematics **11**: 311-332.
- Imel, S. (2003). Tacit Knowledge - Trends and Issues Alert no. 46. ERIC/ACVE, U.S. Department of Education.
- In-Ho Kim, S. (2001). "The Dynamic Theory of the Firm: Theorizing the Firm Dynamics based on Social Physics and Sociobiology." Korean Management Review **30**(2): 413-450.
- Jacobson, H. (1951). "The information capacity of the human eye." Science **113**: 292-293.
- James, W. (1992). The Varieties of Religious Experience. Ney York, Classics.
- Jaynes, J. (1990). The Origins of Consciousness and the breakdown of the bicameral mind. Boston, Houghton Mifflin.
- Johnson-Laird, P. N. (1988). "The Computer and the Mind An Introduction to Cognitive Science." W.Collins & Sons.
- Jonscher, C. (1999). Evolution of Wired Life: From the Alphabet to the Soul - Catcher Chip: How Information Technologies Change Our World, John Wiley & Sons, Inc.
- Joyce, G. F. (1992). "Directed molecular evolution." Scientific American **267**(6): 90-97.
- Juanqueira, L. C., J. Carneiro, et al. (1992). Basic Histology, Prentice Hall International Inc., Apleton & Lange.
- Jung, C. G., G. Adler, et al., Eds. (1981). The Archetypes And The Collective Unconscious (Collected Works of C.G. Jung Vol. 9 Part 1), Bollingen.
- Kandel, E. R. (1989). "Genes, nerve cells, and the remembrance of things past." Journal of Neuropsychiatry and Clinic Neuroscience **1**: 103-25.
- Kandel, E. R. (1997). "Genes, synapses, and long-term memory." Journal of Cell Physiology **173**: 124-5.
- Kauffman, S. A. (1996). "Self-replication: Even peptides do it." Nature **382**.
- Keller, L., Ed. (1999). Levels of Selection. Princeton, Princeton University Press.
- Kenp, W. B. (1971). Energy Flow in a Hunting Society. Energy and Power. D. F. y. o. Gerard Piel, Sicientific American.
- Kessels, J. and F. Korthagen (2001). The Relation Between Theory and Practice: Back to the Classics. Linking Practice and Theory : The Pedagogy of Realistic Teacher Education (eBook). F. A. J. Korthagen. Mahwah, N.J., Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Kevles, D. and L. Hood, Eds. (1992). The Code of Codes: Scientific and Social Issues in the Human Genome Project. Cambridge, Harvard.
- Kimbrell, A. (1997). The Human Body Shop: The Cloning, Engineering, and Marketing of Life. Washington D.C., Gateway.
- Kolmogorov, A. (1968). "Logical Basis for Information Theory and Probability Theory." IEEE Transactions on Information Theory(vol. IT-14).
- Kranzberg, M. and C. W. Pursell Jr., Eds. (1967). Technology in Western civilization. New York, Oxford University Press.
- Krogh, G. v., I. Nonaka, et al. (2001). "Making the Most of Your Company's Knowledge: A Strategic Framework." LRP Long Range Planning (www.lrpjournal.com)(34) (2001) 421-439).
- Kuhn, T. S. (1970). "The Structure of Scientific Revolutions."
- Ladriere, J. (1958). Les limitations internes des formalismes. Leuven, Nauwelaerts.
- Lakatos, I. (1978). "Mathematics, Science and Epistemology." Philosophical Papers **2**.
- Landsberg, P. (1984). "Can Entropy and 'Order' Increase Toghether?" Phisics Letters(102A).
- Lang, J. (2001). "Managerial concerns in knowledge management." Journal of Knowledge Management **5**(1): 43-57.
- Larousse / Sánchez Mora, F., Ed. (1999). El Pequeño Larousse interactivo, Larousse Editorial, S.A.
- Larson, A. (2002). U.S. Dependence on Foreign Oil Will Continue, (Under Secretary of State testifying before) The House of Representatives International Relations Committee.
- Lasnik, V. E. (2003). Courseware Cosmetics to Human Cognetics: A Pragmatic, Innovative Pedagogy for Distributed Learning Design & Development. STC Proceedings, EServer TC Library (<http://tc.eserver.org/>).
- Lawlor, D. W. (1993). Photosynthesis: molecular, physiological and environmental processes. Essex, Longman.
- Lee, T. A., A. C. Bishop, et al. (1996). Accounting history from the Renaissance to the present: A remembrance of Luca Pacioli (New works in accounting history). New York, Garland Pub.
- Lefort, C. (1994). The Political Forms of Modern Society: Bureaucracy, Democracy, Totalitarianism, MIT Press.
- Lewontin, R. (1974). "The genetic basis of evolutionary change."
- Livingstone, F. B. (1980). Cultural Causes of Genetic Change. Sociobiology: Beyond Nature/Nurture? AAAS Special Symposium. G. Barlow and J. Silverburg. Westview, CO, Westview Publishing.
- Lloyd, E. A. (1992). Unit of Selection. Keywords in Evolutionary Biology. E. F. Keller and E. A. Lloyd). Cambridge, Mass., Harvard University Press, pp. 334-340.
- Lorenz, K. (1965). Evolution and Modification of Behavior. Chicago, University of Chicago Press.

- Lumsden, C. and E. Wilson (1981). "Genes, Mind and Culture The Coevolutionary Process."
- Machlup, F. (1962). The production and distribution of knowledge in the United States. Princeton, N.J., Princeton University Press.
- Machlup, F. (1980). Knowledge and knowledge production. Princeton, N.J., Princeton University Press.
- Mackay, D. and W. MacCulloch (1952). "The limiting information capacity of a neuronal link." Bulletin of Mathematics and Biophysics(14).
- Margulis, L. and R. Fester, Eds. (1991). Symbiosis as a Source of Innovation in Evolution: Speciation and Morphogenesis. Cambridge, Mass, MIT Press.
- Marquet, P. A. (2002). "Of Predators, Prey, and Power Laws." Science **295**(5563): 2229-30.
- Marr, D. C. (1982). Vision. New York, W.H. Freeman.
- Marr, D. C. (1990). Artificial Intelligence: A Personal View. The Philosophy of Artificial Intelligence. M. Boden, Oxford U. Press.
- Marshall, A. (1890). Principles of Economics. London, Macmillan and Co., Ltd.
- Maturana, H. R. (1987). The biological foundation of self consciousness and the physical domain of existence. Physics of Cognitive Processes. E. R. Caianiello. , Singapore, World Scientific: 324-379.
- Maynard Smith, J. (1978). The Evolution of Sex, Cambridge Univ. Press.
- Maynard Smith, J. (1987). How to model evolution. The Latest on the Best. J. A. Dupré. Cambridge, MA/London, MIT Press: 119-131.
- Maynard Smith, J. and E. Szathmáry (1995). The Major Transitions in Evolution, Oxford University Press.
- McKusick, V. A. (1971). "The mapping of human chromosomes." Sci.Amer. **224**: 104.
- McLuhan, M. (1964). Understanding media: The extensions of man. New York, McGraw-Hill.
- Michod, R. E., A. M. Nedelcu, et al. (2003). "Cooperation and conflict in the evolution of individuality IV. Conflict mediation and evolvability in *Volvox carteri*." BioSystems **69**(2003): 95–114.
- Micklethwait, J. and A. Wooldridge (2003). The Company: A Short History of a Revolutionary Idea, Modern Library.
- Miller, S. L. (1953). "A production of amino acids under possible primitive Earth conditions." Science **117**: 528-529.
- Mises, L. v. (1949). Human Action: A Treatise on Economics. Irvington-on-Hudson, NY, Foundation for Economic Education, Inc.
- Mokyr, J. (1990). The lever of riches: Technological creativity and economic progress. New York, Oxford University Press.
- Monod, J. (1970). "El azar y la necesidad."
- Montesquieu, C. d. S. B. d. (1777). The Spirit of the Laws vol. 1. London, J. Nourse.
- Morowitz, H. (1992). The Beginnings of Cellular Life. New Haven, CT, Yale University Press.
- Morris, C. (1971). Writings on the general theory of signs. Hague, Mouton.
- Mosterín, J. (1984). Conceptos y teorías en ciencia. Madrid, Alianza Universidad.
- Mosterín, J., Ed. (1986). La Cultura como Información. La Sociedad Naturalizada. Genética y conducta. Valencia, Tirant Lo Blanch.
- Mosterín, J. (1991). "Variedades de Información." Ciencia, pensamiento y cultura **550**(Octubre 91): 121-144.
- Mosterín, J. (1992). Theories and the flow of information: Philosophical, Epistemological and Historical Explorations. The Space of Mathematics. J. Echeverría, Ibarra and Morman. Berlin-New York, De Gruyter.
- Mosterín, J. (1993). Filosofía de la Cultura. Madrid, Alianza Editorial.
- Mosterín, J., E. Agazzi, et al. (1991). What can we know about the universe? Philosophy and the Origin and Evolution of Universe. Netherlands, Kluwer Academic Publ.
- Munz, P. (1985). Our knowledge of the growth of knowledge: Popper or Wittgenstein. London, Routledge & Kegan Paul.
- Murray, R., L. (1988). Nuclear Energy An introduction to the Concepts, Systems and Applications of Nuclear Processes. Oxford, Pergamon Press.
- Nadler, J. T., Leigh; Van Boven, Leaf (2003). "Learning Negotiation Skills: Four Models of Knowledge Creation and Transfer." Management Science **49**(4): 529 -12.
- Nagel, E. y. N. J. R. (1970). "El teorema de Gödel."
- Nanay, B. (2002). "The Return of the Replicator: What is Philosophically Significant in a General Account of Replication and Selection?" Biology and Philosophy **17**: 9-121.
- Nauta, D. (1972). The Meaning of Information. The Hague, Moton.
- Neef, D. (1999). "Making the Case for Knowledge Management: The Bigger Picture." Management Decision(37(1), 72-79 (1999)).
- Nelkin, D. and L. Tancredi (1989). Dangerous Diagnostics: The Social Power of Biological Information. New York, Harper Collins, Basic Books.
- Neuman, J. v. (1956). "Probabilistic Logic and the synthesis of reliable organisms from unreliable components Automata Studies."

- Newman, S. A. (1992). Generic physical mechanisms of morphogenesis and pattern formation as determinants in the evolution of multicellular organization. The Principles of Organization in Organisms. J. E. Mitterthal and A. B. Baskin, Westview Press.: 241—267.
- Nicholl, D. S. T. (1994). An Introduction to Genetic Engineering. Cambridge, Cambridge University.
- Nicholls, J. G. A., R. Martin, et al. (1992). From Neuron to Brain: A Cellular and Molecular Approach to the Function of the Nervous System. Sunderland MA, Sinauer.
- Nishida, T. and M. Hiraiwa-Hasegawa (1987). Chimpanzees and bonobos: cooperative relationships among males. Primate Societies. B. B. Smuts, D. L. Cheney, R. M. Seyfarth, R. W. Wrangham and T. T. Struhsaker. Chicago, University of Chicago Press: 165-177.
- Noë, R. (1990). "A veto game played by baboons: a challenge to the use of the Prisoner's Dilemma as a paradigm for reciprocity and cooperation." Animal Behaviour **39**: 78-90.
- Nonaka, I. and K. Noboru (1998). "The concept of "ba": Building a foundation for knowledge creation." California Management Review ABI/INFORM Global(Spring 1998; 40, 3).
- Nonaka, I. and H. Takeuchi (1995). The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.
- Nonaka, I., Toyama, R., Byosière, P. (2001). A Theory of Organizational Knowledge Creation: Understanding the Dynamic Process of Creating Knowledge. Handbook of Organizational Learning and Knowledge. M. Dierkes, Berthoin Antal, A., Child, J., Nonaka, I. New York, Oxford University Press: 491-517.
- O'Brien, P. K., Ed. (1994). The Industrial Revolution in Europe (Industrial Revolutions Vol 4-5), Blackwell Publishers.
- Odum, H. T. (1971). "Environment, Power and Society."
- Oparin, A. (1957). "The origin of life on the Earth."
- Ornstein, R. (1998). The Right Mind: Making Sense of the Hemispheres, Harvest Books.
- Orwell, G. (1949). 1984. New York, Signet Classics.
- Parker, G. A., R. R. Baker, et al. (1972). "The origin and evolution of gamete dimorphism and the male-female phenomenon." Journal of Theoretical Biology, **36**: 529-553.
- Partridge, L. D. L. and D. Partridge (1993). The Nervous System, MIT Press.
- Peirce, C. S. (1892). La ley de la mente. Charles S. Peirce: El hombre, un signo (El pragmatismo de Peirce). Barcelona, Crítica: 251-278.
- Penrose, E. (1995). "The Theory and Growth of the Firm." (3rd ed.).
- Pepitone, J. S. (2002). "A Case for Humanengineering." IIE Solutions: The Magazine for Industrial Engineers and Managers **May 2002**.
- Peters, T. (1997). Playing God: Genetic Determinism and Human Freedom. New York, NY, Routledge.
- Plesch, D. (2001). Ending oil dependency. The Observer. **October 7, 2001**.
- Plum, F., Ed. (1987). Handbook of Physiology Section 1: The Nervous System. Vol. V, Higher Functions of the Brain. Bethesda, American Physiological Society.
- Polanyi, M. (1966). The tacit Dimension. Garden City, NY, Doubleday & Co.
- Polanyi, M. P. (1962). "Personal Knowledge Towards a Post-Critical Philosophy." The University of Chicago Press.
- Popper, K. (1945). The Open Society and Its Enemies. Princeton, Princeton U. Press.
- Popper, K. (1967). Quantum mechanics without "the observer". Quantum Theory and Reality. M. Bunge. Berlin, Springer.
- Popper, K. (1985). Realismo y el objetivo de la Ciencia. Post Scriptum a la Lógica de la investigación científica. Vol. 1., Tecnos.
- Popper, K. R. (1963). Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge. New York, Harper and Row.
- Popper, K. R. (1979). Objective knowledge: An evolutionary approach. Oxford, Clarendon Press.
- Popper, K. R. (1985). "Teoría Cuántica y el Cisma en Física."
- Price, W. C. and S. S. Chissick, Eds. (1977). The Uncertainty Principle and the Foundations of Quantum Mechanics. New York, Wiley.
- Prigogine, I. and G. Nicolis (1977). Self-organization in nonequilibrium systems. New York, John Wiley & Sons.
- Prusak, L. (2001). "Where did knowledge management come from?" IBM Systems Journal **40**(4).
- Puthoff, H. E. (1996). "SETI, The Velocity-of-Light Limitation, and the Alcubierre Warp Drive: An Integrating Overview." Physics Essays **9**: 156.
- Pyle, D. (2003). Business Modeling and Data Mining, Morgan Kaufmann.
- Quermonne, J. L. (2003). L'alternance au pouvoir. Paris, LGDJ / Montchrestien.
- Quiatt, D. and V. Reynolds (1993). Primate Behaviour: Information, Social Knowledge, and the Evolution of Culture. Cambridge, Cambridge University Press.
- Radnitzky, G. and W. Bartly, Eds. (1987). Evolutionary epistemology, rationality and the sociology of knowledge. La Salle, Illinois, Open court.

- Rainey, P. B. and K. Rainey (2003). "Evolution of cooperation and conflict in experimental bacterial populations." Nature **425**: 72-74.
- Rappaport, R. A. (1971). Energy Flow in an Agricultural Society. Energy and Power. D. F. y. o. Gerard Piel, Scientific American.
- Reisman, G. (1980). "Price Controls and Shortages." The Freeman: Ideas on Liberty **February 1980**.
- Rendell, L. and H. Whitehead (2001). "Culture in whales and dolphins." BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES **24**: 309-382.
- Repo, A. J. (1986). "The value of information: Approaches in economics, accounting, and management science." Journal of the American Society for Information Science **40**: 68-85.
- Riedl, R. (1980). Biology of knowledge: The evolutionary basis of reason. New York: Wiley, Labor Univer.
- Riker, W. H. (1982). Liberalism against Populism. A Confrontation between Democracy and the Theory of Social Choice. San Francisco, Freeman & Co.
- Rizzotti, M. (2000). Early Evolution: From the Appearance of the First Cell to the First Modern Organisms. Basel, Birkhauser.
- Robertson, H. P. (1929). "The uncertainty principle." Physical Review **34**: 573-574.
- Rodgers, W. (2003). "Measurement and reporting of knowledge-based assets." Journal of Intellectual Capital; (2003; 4, 2).
- Roemer, J. E. (1995). "Political cycles." Economics and Politics **7**: 1-20.
- Rosenberg, N. (1974). "Science, Invention and Economic Growth." The Economic Journal **84**(333): 90-108.
- Rosenfield, L. (1971). Aristotle and Information Theory. The Hage, Mouton.
- Rothbard, M. N. (1970). Freedom, Inequality, Primitivism and the Division of Labor. Auburn, Ala., The Mises Institute.
- Rothschild, J. and R. Russell (1986). "Alternatives to Bureaucracy: Democratic Participation in the Economy." Annual Review of Sociology **12**: 307-328.
- Rudner, R. S. (1973). Filosofía de la ciencia social. Madrid, Alianza.
- Russell, B. (1959). El conocimiento humano. Su alcance y sus limitaciones. Madrid, Taurus.
- Rutledge, R. and B. M. R. Basorre (1976). "Ecological stability: an information theory viewpoint." Journal of Theoretical Biology.
- Ryle, G. (1949). The Concept of Mind. London, Hutchinson's University Library.
- Sagan, C. (1977). "The Dragon of Eden."
- Salim, R. (1992). La posibilidad de una medida algorítmica del poder explicativo de las explicaciones científicas. Barcelona, Universidad de Barcelona.
- Salim, R. and C. Ferran-Urdaneta (1997). Infoenergetic Systems. World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI '97/ISAS '97), Caracas, Venezuela.
- Salim, R. and C. Ferran-Urdaneta (2001). Neither a perpetuum mobile nor a perfect software: Sincerity in the relationship between the manufacturer and the client with respect to software defects. 5th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI'01/ISAS'01), Orlando, FL.
- Sametband, M. J. (1994). Entre el orden y el caos: la complejidad., FCE.
- Sanderson, S. K. (1995). Social transformations: a general theory of historical development. Oxford, UK ; Cambridge, Mass., Blackwell.
- Schmidt-Nielsen, K. (1997). Animal Physiology: Adaptation and Environment. Cambridge, Cambridge University Press.
- Schmitter, P. C. and T. L. Karl (1991). "What Democracy is...and is not." Journal of Democracy **2**: 75-88.
- Schrödinger, E. (1967). What is Life?, Cambridge Univ. Press.
- Schuster, P. S., K. (1983). "Replicator Dynamics." Journal of Theoretical Biology **100**: 533-38.
- Schwoerbel, W. (1986). Evolución. Barcelona, Salvat.
- Seeley, L. B. (2004). The Cost of Innovation: Highlights from "Large Molecules, Large Dreams: A Forum on Global Drug Pricing and Sustainable Medical Innovation". Pharmaceutical Executive. **Oct 1, 2004**.
- Senge, P. M. (1990). "The Leader's New Work: Building Learning Organizations." MIT Sloan Management Review; (Fall 1990; 32, 1).
- Shannon, C. E. and W. Weaver (1949). The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Ill., University of Illinois Press.
- Sharov, A. (1992). Approach to the Analysis of the Sense of Information. Biosemiotics. The Semiotic Web 1991. T. A. Sebeok and J. Umiker-Sebeok. New York, Mouton de Gruyter.
- Shearmur, J. (1989). Popper, Hayek, and Classical Liberalism. The Freeman: Ideas on Liberty.
- Singer, C. J., T. I. Williams, et al., Eds. (1984). A History of Technology. Oxford, Clarendon Press.
- Singh, J. (1972). Ideas fundamentales sobre la teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética. Madrid, Alianza Editorial.

- Skinner, B. F. (1974). About behaviorism. New York, Alfred Knopf.
- Skinner, B. F. (1981). Selection by consequences. The selection of behavior. The operant behaviorism of B. F. Skinner: Comments and consequences. C. A. Catania and S. Harnad. Cambridge, Cambridge University Press: 11-20 (followed by 24 commentaries and responses to each by Skinner).
- Slessor, M. (1978). Energy in Economy, Macmillan Press.
- Smart, J. J. C. (1975). Entre ciencia y filosofía. Madrid, Tecnos.
- Smith, J. M. (1988). "Eugenics and utopia. (Three Decades of Daedalus Issue)." Daedalus **117**(3 (Summ, 1988)): 73 - 20.
- Smorodinski, Y. (1983). "La Temperatura."
- Snyder, C. A. and L. T. Wilson (1998). The Process of Knowledge Harvesting: The Key to Knowledge Management. BIT 98 (8th anual BIT Conference).
- Sober, E. (1984). "The Nature of Selection."
- Sober, E. and D. S. Wilson (1994). "A Critical Review of Philosophical Work on the Units of Selection Problem." Philosophy of Science **49**: 157-180.
- Spector, L. and S. Luke (1996). Culture Enhances the Evolvability of Cognition. Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Stanford, C. B. (1999). The Hunting Apes, Princeton University Press.
- Stein, G. J. (1988). "Biological science and the roots of Nazism." American Scientist **76**(1 (Jan-Feb, 1988)): 50.
- Stenmark, D. (2002). Information vs. Knowledge: The Role of intranets in Knowledge Management. 35th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA.
- Stevens, C. F. (1979). "The neuron." Scientific American **241**(3): 55-65.
- Stock, G. (2002). Redesigning Humans: Our Inevitable Genetic Future. New York, Houghton Mifflin Company.
- Suppe, P. (1988). Estudios de filosofía y metodología de la ciencia. Madrid, Alianza.
- Swart, J. and N. Kinnie (2003). "Sharing knowledge in knowledge-intensive firms." Human Resource Management Journal(2003; 13, 2).
- Swartz, N. (2003). "The 'wonder years' of knowledge management." Information Management Journal(May/Jun 2003; 37, 3;).
- Szilard, L. (1929). "Über die Entropieverminderung einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen." Z. Physik(53 840-856).
- Temin, P., Ed. (1994). Industrialization in North America (The Industrial Revolutions), Blackwell Publishers.
- Terra, W. R. (1990). "Evolution of digestive systems of insects." Annual Review of Entomology **35**: 181-200.
- Theodoridis, G. and L. Stark (1969). "Information as a quantitative criterion of biospheric evolution." Nature(224).
- Thompson, D. F. (1983). Bureaucracy and Democracy. Democratic Theory and Practice. G. Duncan. New York, Cambridge University Press: 235-50.
- Toffler, A. (1981). The Third Wave: The Classic Study of Tomorrow, Bantam Doubleday Dell Publishing Group.
- Toffler, A. (1984). Future Shock, Bantam Doubleday Dell Publishing Group.
- Toffler, A. (1991). Powershift: Knowledge, Wealth, and Violence at the Edge of the 21st Century, Bantam Doubleday Dell Publishing Group.
- Toro Hardy, A. (2003). Los grandes paradigmas de nuestra era. El Universal. Caracas. **17-jul-2003**.
- Torrence, R. (1986). The production and exchange of stone tools. Cambridge, Cambridge University Press.
- Tribus, M. and E. C. McIrvine (1971). Energy and Information. Energy and Power. D. F. y. o. Gerard Piel, Scientific American.
- Trice, H. M. and J. M. Beyer (1984). "Studying Organizational cultures Through Rites and Ceremonials." Academy of Management Review **9**(4): 655.
- Uffink, J. (2004). Boltzmann's Work in Statistical Physics. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2004 Edition). E. N. Zalta.
- van der Lubbe, J. C. A. (1997). Information Theory. Cambridge.
- Verneaux, R. (1982). Textos de los grandes filósofos: Edad antigua: Fragmentos y números de Diels. Fragmente der Vorsokratiker. Fragmentos de Heráclito. Barcelona, Herder.
- Verneaux, R. (1982). Textos de los grandes filósofos: Edad antigua: Platón: Teeteto. 151e 183c. Barcelona, Herder.
- Villegas, R., C. Castillo, et al. (2000). The origin of the neuron: The first neuron in the phylogenetic tree of life. Astrobiology from the Big Bang to Civilisation. J. Chela-Flores, G. A. Lemarchand and J. Oro. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 195-211.
- Wagensberg, J. (1985). Ideas sobre la complejidad del mundo. Barcelona, Tusquets Editores.
- Wagensberg, J. (1986). Proceso al Azar. Barcelona, Tusquets Editores.

- Wald, G. (1959). Life and Light: Molecular basis of Life. Scientific American. **Oct. 1959**: 92-108.
- Wang, H. (1974). "From Mathematics to Philosophy."
- Watson, G. D. and F. H. C. Crick (1953). "Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid." Nature **4356**.
- Watson, J. D. (1981). The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA, W.W. Norton and Co.,.
- Weisberg, R. W. (1986). Creativity: Genius and other myths, Freeman.
- Weisskopf, V. (1980). Knowledge and Wonder, MIT Press.
- Wersig, G. (1996). Information theory. International encyclopedia of library and information science. J. Feather and P. Sturges. London & New York, Routledge: pp. 220227.
- White, L. A. (1959). The Evolution of Culture. New York, McGraw Hill.
- Wicken, J. (1987). "Entropy and Information: Suggestion for common language." Philosophy of Science.
- Wicken, J. (1987). Evolution, Thermodynamics and Information: Extending the Darwinian Program, Oxford Univ. Press.
- Wilson, R. A. and F. C. Keil, Eds. (2001). The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences (MITECS), Bradford Books.
- Wilson, T. D. (2002). "The nonsense of 'knowledge management'." Information Research **8(1)**.
- Witt, U. (1992). "Evolutionary Concepts in Economics." Eastern Economic Journal **18**: 405-419.
- Wittman, D. (1977). "Candidate motivation : A synthesis of alternative theories." American Political Science Review **77**: 142-157.
- Wobst, H. M. (1977). Stylistic behavior and information exchange. Papers for the director: Research essays in honor of James B. Griffin. C. E. Cleland. Ann Arbor, Michigan, The University of Michigan Museum of Anthropology. **61**: 317-342.
- Wolff, G. (2003). Cognition as Compression. **2003**.
- Yergin, D. (2002). Oil Diplomacy: Facts and Myths Behind Foreign Oil Dependency, (Testifying before) The House of Representatives International Relations Committee.
- Yockey, H. (1977). "A Calculation of the Probability of spontaneous Biogenesis by Information Theory." Journal of Theoretical Biology.
- Ziman, J. (1981). La credibilidad de la Ciencia, Alianza Editorial.
- Zuboff, S. (1988). In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power. New York, Basic Books.
- Zucker, L. G., M. R. Darby, et al. (2002). "Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology." Management Science (c)2002 INFORMS(Vol.48,No.1,January 2002 pp.138 -153).
- Zunde, P. (1980). A semiotic approach to information value. Semiotics 1980 (Proc. 5-th Annu. Meeting of the Semiotic Soc. of America), 587-594., New York, Plenum Press.