

FUNDAMENTOS DE RACIONALIDAD COMPLEJA: APLICACIÓN AL ÁMBITO CIENTÍFICO

Dr. Agustín de la Herrán Gascón
Dpto. de Didáctica y Teoría de la Educación
Universidad Autónoma de Madrid

ALCANCE DE LA COMPLEJIDAD CIENTÍFICA.

Si la racionalidad científica se desarrolla exclusivamente en la seguridad del propio *islote disciplinario*, de las identificaciones inducidas por los *ismos apaciguadores* (que nunca llegarán a serán *istmos*) o de los modelos *acartonados*, se podrá estar incurriendo en una *contradictio in terminis* con aquello que la ciencia es esencialmente. Porque, en lo esencial, el conocimiento científico se relaciona con un trabajo metódico de *descubrimiento*, y todo *descubrimiento* es una acción creativa para quien la realiza (A. de la Herrán, 1998, p. 309, adaptado). Y, si entre quehacer científico y creatividad pudiera existir una aplicación estrecha, ¿qué sentido tiene *enmantillarla*, oprimirla o *enlatarla* en sistemas formales más centrados en su propio estatus que en la realidad que aspiran a representar?.

El *conocimiento* no entiende de límites o de dualidades. Es definitoria y potencialmente *total*. Con tal de procederse con el rigor necesario, no debería sesgarse, no deberían castigarse las *herejías epistémicas*¹, sino fomentarse las *conexiones* hacia la mayor complejidad posible. ¿Acaso el cerebro actúa de otro modo o el desarrollo de la inteligencia consiste en otra cosa?. Un paso más. La *racionalidad científica*, considerada en su mayor grado de complejidad, debería encaminarse a la *plenitud personal* del investigador, conceptuando su trabajo como *vía de evolución personal*. De nuevo, entre la dualidad *formación científica-madurez personal* es posible una síntesis superadora, como aproximación deseable al fenómeno que tratamos.

En síntesis, podría decirse que el conocimiento evoluciona en términos de más y más complejidad, para que correlativamente se incremente la conciencia, como decía Teilhard de Chardin². Por tanto, la *nueva comprensión transdisciplinar*, lecho y consecuencia del *nuevo paradigma dialéctico* o *universal*, no hace otra cosa que aproximarse a la forma natural o compleja de conocer, para cuya fundamentación propongo reflexionar desde diversas ópticas necesariamente convergentes:

I. PSICOBIOLOGÍA: “NO ESTAMOS A LA ALTURA DE NUESTRO CEREBRO”

a) El abordaje psicobiológico centrado en la pregunta ¿qué hay en la caja negra? se responde diciendo, como hace L.M. Romero Fernández (1993) que el sistema nervioso central, fruto de una larga y compleja evolución biológica, y de un producto inmensamente complejo. En efecto, la mente humana se asienta en el cerebro, que, como dice E. Morin (1988), “es más que un sistema complejo”. Es un “complejo entre complejos”, o mejor aún, “un complejo de sistemas complejos” (p. 107). “En primer lugar, porque hasta el presente no conocemos nada (pero ¿qué conocemos?) más complejo en el universo que el cerebro humano, a excepción del Universo que ha producido este cerebro y que lo contiene” (p. 108).

b) Illya Prigogine demostró matemáticamente que, cuanto más compleja es una estructura -sea química o humana- mayor es la energía *antientrópica* que invierte en mantener su propia complejidad,

¹ Las confesiones religiosas han ido dando paso a confesiones científicas, formalmente idénticas, análogamente egóticas y fundadas en procesos de identificación compartida semejantes, afectadas de *programas mentales comunes*, caracterizados por los mismos intereses, enfoques, pruritos y prejuicios. En poco favorecen a la ciencia, flaco favor hace su ausencia de autocritica y su inmadurez de fondo a la sociedad.

² El “jesuita prohibido” (Vigorelli), “junto a Einstein, una de las mayores inteligencias del siglo”, según dijo René Maheu, director general de la UNESCO, en 1967.

su propio *orden implicado*. “Por ejemplo, el cerebro humano, con sólo el 2% del peso del cuerpo, utiliza el 20% del oxígeno disponible” (C. Rogers, 1984, p. 14,15). Siendo así, puede ser apasionante darse cuenta, como ya dijo Teilhard de Chardin, que en la creciente *complejidad de la conciencia* y en su soporte, el cerebro, radica una fuente concreta capaz de contrarrestar a la entropía.

c) Pero concretemos “la cosa de que se trata”, como diría Bacon de Verulam:

“1) El cerebro es una masa de tejido blanco y gris³, con la forma de un casco, del tamaño aproximado de un pomelo, con un volumen de entre 1.000 y 2.000 centímetros cúbicos y que, por término medio, pesa 1.5 kilogramos (el cerebro de Einstein, por ejemplo, pesaba 1.250 kilogramos. Su superficie está arrugada como la de una esponja de limpiar, y su consistencia es como la de un flan: lo suficientemente firme para no derramarse sobre el suelo de la caja craneana, lo suficientemente blanda para ser excavada con una cuchara.

El verdadero significado del cerebro está escondido en su detalle microscópico. Su masa esponjosa es un sistema cableado de manera intrincada de alrededor de cien mil millones de neuronas, cada una de las cuales mide unas pocas millonésimas de metro de diámetro y está conectada a otras neuronas mediante cientos o miles de terminales (E.O. Wilson, 1999, p. 144)”.

2) El tamaño del cerebro no parece ser significativo, con relación a su rendimiento orgánico ni mental. Como concluye C. Sagan (1980), el tamaño ligeramente mayor del cerebro de los orientales respecto a los de otras *poblaciones*, o los 150 cc de menos de capacidad cerebral de las mujeres respecto a los varones no parecen tener ninguna clase de trascendencia funcional. Tampoco se encuentran variaciones funcionales interindividuales, en cuanto la diferencia es mucho mayor. Por ejemplo, entre los grandes cerebros de O. Cromwell, el de I. Turgenev o el de Lord Byron (2.2 Kg) y los menores de A. Einstein o de Anatole France (1.1 Kg), todos talentos reconocidos (p. 49, adaptado) (en A. Jiménez Barros, 1998, pp. 12, 13). Tampoco hemos de olvidar el gran tamaño del cerebro del hombre del valle de Neander (Alemania) (el conocido como Neandertal o Neanderthal), superior al ser humano actual.

3) Por otra parte, según el neurocientífico J.A. Calle Guglieri (1999), este sistema de 100.000 millones de neuronas multiplicadas por los varios miles de ramificaciones sinápticas y por infinidad de *microcircuitos*⁴ genera una masa de contactos superior en número al número de estrellas del universo conocido. Además:

“Una sola célula de Purkinge de nuestro cerebro puede tener más de cien mil contactos sinápticos con otras neuronas, y a eso tendríamos que añadir el increíble número de neuronas similares y otras menores de nuestro cerebro, y la complejidad celular y molecular de la misma transmisión del impulso nervioso (L.M. Romero Fernández, 1993)”.

4) Entonces, teniendo en cuenta las 1.000 a 10.000 sinapsis o contactos interneuronales, y las *posibilidades* de múltiples aperturas, cierres y semiaperturas de los *microcircuitos*, estaríamos hablando de tantos estados mentales, como esas “n” *posibilidades* multiplicadas por sí mismas unos cien o mil billones de veces, cifra que reduce a la insignificancia al número de partículas elementales (protones y neutrones) del universo conocido, que C. Sagan (1980) cifra en 2^{1000} .

5) L.M. Romero Fernández (1993), actualmente cancellor de la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador), repara tan sólo en una dificultad para la aproximación IA-ser humano. Un obstáculo que reduce a “nada” las demostraciones de complejidad hasta el momento expresas, en la medida en que las aproxima (aún dualmente) a la realidad⁵:

“Considerada una relación muy simple entre los elementos de un conjunto (flecha en un sentido, en el contrario, doble flecha y ausencia de flecha), el número de configuraciones posibles en función del número “n” de elementos es de $2^{n(n-1)}$, con lo que obtendríamos, con sólo 20 elementos, más de 10^{80} configuraciones, que es, según los físicos, el número de átomos del universo conocido”.

³ Al parecer, en la niñez y en la adolescencia se verifica un aumento de sustancia blanca y una ligera disminución de sustancia gris de la corteza cerebral.

⁴ Se desarrollan en una fase embriológica tardía. Responden a impulsos cien veces menores que los necesarios para estimular a una neurona común, lo que se traduce en respuestas mucho más precisas y complejas. Según datos de C. Sagan (1980), tienen un tamaño de una diezmilésima de centímetro. A la vista de la realidad, quizá la I-A no tenga otra opción que profundizar en su carrera miniaturizadora del *chip*, que, según adelantaba hace algunos lustros I. Asimov, se estaba dirigiendo a la *molecularización*. En efecto, recientemente se acaba de entrar en esta fase de su desarrollo: la llamada *moletrónica*.

⁵ Decimos *aún dualmente*, porque la realidad no se compone de cuatro clases posibles de relaciones, ni siquiera cada una de ellas adopta una configuración definible o estable.

d) Siendo así, sólo podemos concluir con una cosa: el ser humano no parece estar a la altura de su propio cerebro. No sólo porque no lo sabemos emplear (A. Koestler), sino porque con su complejidad, desde luego, no se corresponden un procesamiento *simplificante*, como el mecanicista, un procesamiento *elemental*, como puede ser el de los *sistemas informáticos*, o un razonamiento dual, de sí o no, de enfrentamientos personales, sociales, ideológicos, políticos, judiciales, religiosos, geográficos, nacionalistas, racistas, sexistas, colectivos, científicos, etc.

e) Sin embargo, como veremos, nuestro funcionamiento en el *paradigma lineal* se parece más al “procesamiento informático” que al propiamente humano, al que se aproximaría la *nueva comprensión* a que nos referimos. Contemplando el *vaso medio lleno*, digamos que queda aún mucho potencial por desarrollar.

f) Otra opción, lógicamente posible, es simplificar aquello que nos hace humanos y nos puede llevar a serlo más, a saber, el propio concepto de mente. Siguiendo el modelo de G. Bateson, *mente* sería cualquier sistema cibernético⁶ que respondiera a los siguientes criterios:

- Comunicación a través de mensajes (lenguajes transformados mediante códigos) que viajen por circuitos circulares.
- Existencia de distintos niveles de complejidad que pueda implicar un conjunto de sistemas agregados.
- Ordenamiento en jerarquías, con capacidad clasificatoria entre nivel y nivel.
- Tendencia al mantenimiento de su coherencia y equilibrio sistémico, en función de su finalidad, con la cual valorará las correcciones y establecerá un carácter autorreferencial (en M. Wainstein, 1999, p. 79).
- A mi juicio, tales características no son siquiera mínimamente *humanas*; de hecho, las verificarían la mayoría de los seres vivos no humanos.

g) Balizas para la *inteligencia artificial*:

A continuación, expresaremos una serie de rasgos que muestran el alcance de la complejidad cerebral del ser humano. Las siguientes observaciones podrían considerarse a la vez retos, referencias o problemas para la *cibernética* y la *inteligencia artificial (I-A)*⁷ y propuestas de investigación sobre las que avanzar hacia la apasionante idea de lograr la invención de una posible *conciencia maquinal*, algo hoy impensable, pero quién sabe si mañana lograble, al menos parcialmente:

1) *Hipercomplejidad anatomofisiológica*. El cerebro dispone de una estructura anatomofisiológica hipercompleja, inalcanzable artificialmente y literalmente *inimaginable* para el ser humano actual. Y, mientras no se puede imaginar, no se podrá realizar artificialmente.

2) *Mente-cerebro: Más allá de la dualidad*. Siguiendo la concepción *sistémica batesoniana* aplicada a lo que nos ocupa, ni la vida puede entenderse como *sustancia o fuerza* independiente, ni la *mente* es una entidad que interactúa con la materia. Más bien, *vida y mente* son expresiones del mismo conjunto de procesos que se *auto-organizan*, más allá de su propia entidad individual. Siguiendo a C. Rogers (1984):

“El nuevo concepto de mente será de tremendo valor en nuestro intento por superar la dicotomía cartesiana. Mente y materia no parecen corresponder ya a dos categorías separadas, sino que pueden apreciarse como dos aspectos de un mismo fenómeno. Por ejemplo, la relación entre mente y cerebro que ya ha confundido a incontables científicos desde Descartes, se torna ahora bastante clara. La mente es la dinámica de la auto-organización y el cerebro es la estructura biológica mediante la cual esa dinámica se realiza”.

⁶ Para E. Schmidt, la cibernética es “la construcción de sistemas técnicos con el fin de objetivar en lo físico nuestra relación psicofísica elemental”.

⁷ Cuyo planteamiento básico es reproducir toda la actividad mental en robots programados.

La I-A se desarrolla sobre la dualidad *hardware-software*, no tanto sobre su superación dialéctica [energía], tampoco en la variedad de niveles de organización o estructuras de actividad cibernética, y menos habiéndose constituido a lo largo de una evolución filogenética-embriológica-individual.

3) *Principios/reglas de organización del conocimiento*. El cerebro actúa mediante “principios/reglas específicos que le permiten organizar el conocimiento en un *continuum* espacio/temporal al mismo tiempo que le aporta esquemas perceptivos *a priori* (como lo indica la constancia perceptiva)” (E. Morin, 1988, p. 67). La I-A procesa sobre instrucciones operativas.

4) *Autodescubrimiento*. Los sistemas de I-A no descubren, no se aperciben en cada instante de conceptos, relaciones, procedimientos, emociones, sentimientos, etc., que además de entremezclarse con ellos son oscilantes en y para cada conocimiento y proceso cognoscitivo. Además, la comprensión cerebral está mucho más ligada a procesos de naturaleza emotiva y semántica que a los sintácticos, lógico-duales o a los de cálculo⁸. Desde el sistema de referencia de la máquina, no hay conciencia que *elabore* producciones *subjetivamente originales*, no hay creación ni vivencia emotivocognoscitiva, en sentido estricto.

5) *Autocreación neurológica mayor en la infancia*. La I-A puede seleccionar *rutras funcionales de procesamiento*, pero en ningún caso de modo comparable al complejo proceso de selección psicogenética de *rutras neurológicas* y de *optimización funcional* del cerebro humano, cuyo resultado es una permanente *autocreación/destrucción* cuya característica es el orden: el cerebro se *automodela* a lo largo de toda la vida, mediante la práctica del conocimiento, cuyo origen psicogenético, fundamento dinámico y más íntima naturaleza son emotivocognoscitivos:

- Es al finalizar el periodo fetal cuando el ser humano tiene ya todas las neuronas de que va a disponer a lo largo de su vida. Puede poseer, como precisa I. Avellanosa Caro (1998), incluso más que las que a lo largo de su vida va a emplear funcionalmente, porque se van a seleccionar las que luego van a constituir su equipamiento para el resto de la vida, las cuales que van a determinar su capacidad para pensar y su manera de pensar (adaptado). Mediante este proceso, conocido como “poda”, según acota D. Goleman, el cerebro afianza rutras neuronales, mientras a la vez pierde las relaciones interneuronales menos utilizadas.
- Como afirma D. Goleman: “El proceso es constante y rápido; se forman ligazones sinápticas en cuestión de horas o de días [...] todo aprendizaje implica en el cerebro el fortalecimiento de una ligazón sináptica (en A. Jiménez Barros, 1999, p. 20).
- Esta es la razón por la que, como didácticamente explicaba J.A. Calle (1999), si el uso del lenguaje las personas se reducen a expresar muletillas, frases hechas o palabras-comodín, tan típicas de la adolescencia y juventud, se prolonga y no se enriquece lo suficiente, lo que puede ocurrir es que, literalmente el sujeto se empobrezca psíquicamente, empezando por su inteligencia. Y ese empobrecimiento tendrá un claro correlato neurológico.

6) *Historia orgánica remota*. La I-A nunca podrá ser el resultado de una remota historia orgánica que, no sólo se ha hecho a sí misma, sino que se contiene en sus propias estructuras anatómicas (Mc Lean). Siguiendo a E.O. Wilson (1999):

"El cerebro humano lleva el sello de 400 millones de años de prueba y error, que es posible trazar mediante fósiles y homología molecular en una secuencia prácticamente ininterrumpida desde el pez al anfibio, de éste al reptil y al mamífero primitivo, y de éste a nuestros antepasados inmediatos entre los primates. En la fase final, el cerebro fue catapultado a un nivel radicalmente nuevo, equipado para el lenguaje y la cultura. Sin embargo, debido a su antiguo pedigrí, no podía ser colocado como un nuevo ordenador en un espacio craneal vacío. El viejo cerebro fue ensamblado allí como vehículo para el

⁸ Posiblemente por eso en la escuela se tenga una especial dificultad con las matemáticas o la gramática, y muchos alumnos tiendan a rechazarla de forma casi automática.

instinto, y siguió siendo vital desde un latido cardíaco al siguiente, a medida que se añadían nuevas partes. El nuevo cerebro tuvo que ser montado provisionalmente en fases dentro y alrededor del viejo. De otro modo, el organismo no hubiera podido sobrevivir de una generación a la siguiente. El resultado fue la naturaleza humana: el genio animado con la astucia y la emoción animal, combinando la pasión de la política y el arte con la racionalidad, para crear un nuevo instrumento de supervivencia" (p. 157).

7) *Génética y epigenética*. La I-A no puede emanar de células dotadas genéticamente, ni de sillares *vitales* semejantes, capaces de albergar, además, las características *epigenéticas*⁹ y sus apoyaturas para la evolución posible.

- Por tanto, si la I-A no se asienta en genes, no puede tener un *desarrollo epigenético*. Además, si bien nuestra naturaleza epigenética se desarrolla desde la genética, más que determinarse por ella, está modulada por ella hacia lo *epi*, que es lo definitivamente humano o lo menos *maquinable*, aunque las opiniones al respecto muchas veces adolezcan de parcialidad.
- Pero no podemos ser *duales* en esto. Como ya desarrolló ampliamente P. Teilhard de Chardin o nuevamente explica con diafanidad E.O. Wilson (1999):

“Desde distintas posiciones ventajosas en la biología, la psicología y la antropología, han concebido un proceso que denominan coevolución entre los genes y la cultura¹⁰. En esencia, esta hipótesis observa, primero, que a la evolución genética el linaje humano ha añadido la ruta paralela de la evolución cultural, y, segundo, que las dos formas de evolución están relacionadas (p. 187).

Para poder entender la condición humana, hay que comprender a la vez los genes y la cultura, y no por separado a la manera tradicional de la ciencia y de las humanidades, sino conjuntamente, en reconocimiento de las realidades de la evolución humana” (p. 241).

- Si bien desde hace 100000 años que disponemos del mismo cerebro anatómico, “la evolución cultural ha seguido una trayectoria exponencial” (p. 198). Es por esto por lo que A. Smith (1985) lleva a calificar como *posiblemente la única singularidad humana* a su evolución cultural (p. 188, adaptado).
- Por tanto, como apuntaba Sherwood Washburn, de la Universidad de California, quizá: “sea más exacto pensar que buena parte de nuestra estructura es el resultado de un proceso cultural, en vez de creer en la existencia de unos seres anatómicamente semejantes a nosotros que lenta y progresivamente han ido desarrollando la cultura” (en A. Jiménez Barros, 1998, p. 27). Sin embargo, probablemente, no es que lo cultural avance más deprisa que lo genético. Es que lo cultural posibilita un mejor desarrollo de lo genético, y lo genético se proyecta en lo cultural desde un enorme potencial que lo realiza con la mayor plenitud.

8) *La naturaleza emocional, base del conocimiento diferencial*. La información procesada en el cerebro no es en sentido estricto un conjunto de datos más o menos aislados o relacionables entre sí desde un sistema lógico dual. Cada *microdato* contiene una resonancia emocional, de tal modo que, casi paralelamente al *sistema de datos* se actúa, imbricado con él, un *sistema de correspondencias emocionales*¹¹. Cada conocimiento (estímulo) dispone de una motivación (activación y significado) emocional. Esto es lo que hace, por ejemplo, que el concepto “vaca” no signifique exactamente lo mismo para nadie. Más bien, dispondremos de una porción alícuota común y de un acuerdo *institugénico*, pero será el sujeto quien añada su interpretación peculiar en cada situación. La inteligencia artificial se basa en el funcionamiento de unas máquinas que funcionan de igual manera y que de idéntico modo interpretan.

⁹ Modelables a lo largo del desarrollo.

¹⁰ Según el mismo autor, en 1981 propuso, junto al biólogo Ch. J. Lumsden “la primera teoría completa de coevolución entre genes y cultura” (E.O. Wilson, 1999, p. 201).

¹¹ En A. de la Herrán (1985) se intentaba desarrollar la hipótesis de la pareja indisoluble *estímulo-factor paraestimar* para cada conocimiento.

9) *Velocidad de procesamiento*. Entre otros objetivos, los diseños de I-A pretenden a toda costa *la mayor velocidad posible*. Evidentemente, ésta es una aspiración dual. Si la referencia es el procesamiento cerebral, quizá sea interesante recordar que la perseverancia o la lentitud pueden ser cualidades mucho más productivas, y que las mejores maderas son de lento medrar. P. Freire decía que *leer bien* era saborear una línea y generar una página. Y, aunque sobren los ejemplos, podemos recordar a Ch. Darwin (1993), científico señero, que en sus “Memorias del desarrollo de mi pensamiento y mi carácter” expresaba haber sido “mucho más lento aprendiendo que mi hermana Catherine” (p. 6). Y es que a veces, la lentitud o el circunloquio pueden ser los caminos más fértiles. ¿Podrá algún sistema de I-A experimentar alguna vez el sosiego del no-hacer, del *wu-wei* del que hablaba Lao zi?

10) *Funcionamiento “imperfecto”*. El cerebro actúa desde circuitos neuronales de funcionamiento bastante “imperfecto”. Ésta es una observación que hace T. Alfaro Drake (1997), evocando el libro “La nueva mente del emperador”, del físico y premio Nobel R. Penrose:

“Bajo determinadas condiciones, un circuito neuronal normalmente se excitará y mandará una señal a otro circuito neuronal de la red. Pero no siempre ocurre así. Puede ser que a veces no se dispare en el momento que debe hacerlo. O que, excitado, mande la señal de salida no al circuito habitual, sino a otro diferente. O que se dispare indebidamente, sin darse las condiciones necesarias para ello. De estas “imperfecciones”, que pudieran considerarse negativas, saca partido la inteligencia, de la misma manera que [...] de las imperfecciones del ADN sacaba ventaja la vida” (p. 123).

El ordenador, aunque se diga que es una *máquina tonta*, tiene un escaso margen de error, e incluso aprende de determinadas clases de errores mucho más precisamente que el ser humano de algunos de los suyos. Dicho de otro modo: puede que el perfeccionismo de la máquina la aleje de su propio objetivo; y, si siendo más *perfecta* simulase errores, debería tener en cuenta que muchos de los del ser humano, o no son simulados, o tienen una motivación inconsciente.

11) *Procesamiento inconsciente de la información*. El cerebro, a diferencia de los ordenadores, cuyo procesamiento es básicamente lineal aunque pueda presentar capacidad *multitarea* y proceder todo lo rápido que se quiera, activa a la vez numerosos circuitos bioeléctricos. Por mor de ellos, según J. Winson (1985):

“al parecer, nuestro cerebro trabaja permanentemente con ideas que se hallan por debajo de nuestra conciencia. Por ejemplo, con frecuencia ocurre que cuando intentamos recordar un suceso reciente, un nombre o un lugar, somos incapaces de hacerlo, y en cambio minutos u horas más tarde este dato nos viene de pronto a la mente” (p. 199).

Esta complejidad, en la que se apoya el *efecto de Zeigarnick* [que incluso durante el sueño actúa a favor de la maduración y la compleción del conocimiento], nos sirvió en su día para sugerir la utilización del “procesamiento inconsciente de la información” como recurso válido para el estudio universitario (A. de la Herrán, 1998).

12) *Regularidades circadianas y otros factores de ritmo*.

- El cerebro describe biorritmos circadianos de 24 horas que no le capacitan para funcionamientos regulares en todo momento. Por ejemplo: En torno a las 10 de la mañana los niveles de glucosa suelen ser máximos, por lo que la persona puede estar en buenas condiciones de razonar. Pero el rendimiento depende también de la costumbre a que le tengamos habituado, de manera definitiva de la presencia o ausencia de distractores externos o internos, de la tensión arterial, de la alimentación etc. La I-A, si pretende aproximarse al cerebro humano, deberá tener esto presente.
- Por otro lado, es preciso reparar en las fatigas, cansancios, olvidos y compleciones continuos y diarios. El proceso de conocimiento supone que, de un día a otro, mucha información se

olvida, si difumina, mientras que otra se refuerza y desarrolla sobre sí misma. Esto es algo que se traduce con frecuencia en *distanciamiento* y *objetivación* sobre la información procesada, o sea, en posibilidad de conocimiento y análisis sobre lo procesado.

13) *Microcircuitos ni abiertos ni cerrados*. El cerebro dispone de sinapsis (conexiones de circuitos mentales) que pueden estar *abiertas*, *cerradas*, *semiabiertas* o *semicerradas*. Según C. Sagan (1980), en los años 70 se pudo determinar la existencia de *microcircuitos neurales*, cuyas gamas de respuesta iban mucho más allá del “sí” o “no” (en A. Jiménez Barros, 1998, p. 11). La I-A se desarrolla sobre circuitos duales, articulados en un sistema binario de abierto o cerrado, que no podrían soportar desarrollos lógicos dialécticos o “uno-trinos” (A. de la Herrán, 1988).

14) *Organización hemisférica*: Un modelo explicativo y fundamentado neurológicamente, complementario al *triune brain* de Mc Lean, es el que considera al cerebro como una entidad funcionalmente diferenciada por sus hemisferios. (P. Watzlawich, 1986, pág. 25, adaptado; M.T. Serafín, 1994).

15) *Inconsciente terapéutico y espiritual*.

- El cerebro es capaz de olvidar información consciente o de relegarla a parte del *inconsciente*. El ordenador, en cambio, dispone de un nivel de información, que, o se oculta o se suprime funcionalmente. El *inconsciente* (probablemente al menos en parte radicado en el *sistema límbico* es una dualidad dinámica simultáneamente terapéutica (S. Freud) y “espiritual” (C.G. Jung)¹², en permanente *proceso de equilibración*.
- El inconsciente humano guarda la capacidad de actuar como fuente de plenitud personal. Y jamás podría llegar a experimentar, como consecuencia de un grado de *interiorización* extraordinaria, un *éxtasis*, un *arrobamiento*, un *satori*, un *zikr*, o un alto estado de conciencia, con el cambio profundo y orientador que ello conlleva.

16) *Evolución personal (y social): del ego a la conciencia*.

- Además de los *errores* relacionados con los circuitos neuronales, el ser humano camina en un curso de *posible evolución personal*, que se inicia en una conciencia ordinaria, básicamente egoísta-egocéntrica y raramente culmina en una conciencia extraordinaria, fundamentalmente generosa.
- La I-A- no puede presentar condicionantes de vida como el *ego separador y posesivo*, y la *conciencia expandida* que puede serle propia a toda persona, desde cuyo condicionamiento se retrasa o se potencia la *humanidad* en cada ser. Y mucho menos, su dialéctica, traducible en términos de madurez personal. Una máquina no podría *interiorizarse* en torno a la conciencia, entre otras cosas porque ésta no se puede cuantificar o computar completamente, como afirma el mismo Nobel de Física R. Penrose¹³.

II. NEUROPSÍQUICA: “NEUROLÓGICAMENTE, NO EXISTEN CLASES DISTINTAS DE CONOCIMIENTO”

a) Biológicamente, no existen clases distintas de conocimiento:

“Conocimiento es la síntesis que como información holística posee una persona como cosmovisión y sustento de los valores para operar en la realidad, permitiéndole desarrollar todas sus potencialidades. Le habilita de este modo para operar en la realidad, permitiéndole desarrollar todas sus potencialidades.

¹² Jung “reconoció en la espiritualidad un aspecto integral de la naturaleza humana y una fuerza vital en la vida humana” (F. Capra, 1996, pág. 433).

¹³ No identifico, como hace H.G. Frank, *conciencia* con atención o *capacidad de información simultánea* que un sujeto es capaz de presentar [que, en un adulto oscila de 100 a 160 bits], y en virtud de la cual puede ser más “estrecho” o más “amplio de conciencia”.

Le habilita de este modo para interactuar en los múltiples niveles de la realidad, con la consecuente contribución al patrimonio cultural de la sociedad global” (A. Nemeth Baumgartner, 1994, p. 306).

b) La *disciplinización* del conocimiento, por tanto, no responde a la propia realidad del conocimiento en sí. Pero tampoco a fundamento neurológico alguno¹⁴. Basándose en el neurofisiólogo Changeaux y en el genetista Danchin, E. Morin afirma que:

“el neocórtex humano es un prodigioso tejido anárquico, donde las uniones sinápticas se efectúan de manera aleatoria. Aunque está constituido por células especializadas (neuronas), el cerebro es un campo no-especializado, donde se implantan innumerables localizaciones y a través del cual se efectúan interacciones laterales. Son las interacciones “anárquicas” las que están en la fuente del orden central... No hay equilibrio, sino inestabilidad, tensión permanente entre estos aspectos que, al mismo tiempo que son fundamentalmente complementarios, resultan fácilmente concurrentes y antagonistas” (en S. Vilar, 1997, p. 19).

III. NEURODIALÉCTICA: “LA *DIALÉCTICA* COMO RECURSO RELACIONANTE”

Hemos apostado por la dialéctica, como el arte cognoscitivo de relacionar hacia la síntesis, y por ende, como recurso básico de la *razón universal* y de la *universalización*. Fundamentemos su correspondencia neurológica desde estas vertientes:

a) *Relatividad del acto de conocimiento*. Desde el punto de vista del complejo e integrador acto del conocimiento:

“La megacomputación cerebral constituye un cómputo, es decir, un acto auto-exo-referente que se autocomputa al computar los estímulos que emanan del mundo exterior, siendo este acto al mismo tiempo un acto egocéntrico que unifica el conocimiento del individuo como su conocimiento” (E. Morin, 1988, p. 67).

b) *Ausencia de solo-dualidades, desde el referente del propio cerebro*. Como sede de la integración del conocimiento, en unicidad:

“Efectivamente, todo lo que en el pensamiento simplificante está disjunto, compartimentado, es incompatible, aquí está unido, implicado, encabalgándose, de manera no sólo inseparable sino también concurrente y antagonista: lo uno, lo doble, lo múltiple; lo céntrico, lo policéntrico, lo acéntrico; lo jerárquico, lo poliárquico, lo anárquico; lo especializado, lo policompetente, lo indeterminado; la causa, el efecto; el análisis, la síntesis: lo digital, lo analógico; lo real, lo imaginario; la razón, la locura; lo objetivo, lo subjetivo, y, para empezar y acabar, el cerebro y el espíritu” (E. Morin, 1988, p. 109).

c) *Sobre todo, relaciones*. De aquí deducimos que la correspondencia entre la que quizá sea la más destacada característica del *nuevo paradigma* y la forma *relacionante* de desarrollarse el pensamiento puede ser precisa y natural a la vez:

“Un aspecto central del nuevo paradigma emergente, tal vez el esencial, es el cambio de objetos a relaciones. Según Bateson, la relación debería constituir la base de toda definición; la forma biológica es un conjunto de relaciones, más que de partes, y así es también como funciona el pensamiento humano; en realidad, solía decir [evoca a G. Bateson], es nuestra única forma de pensar” (en F. Capra, 1991, p. 88).

Pensamiento, conocimiento, síntesis y conciencia. Si “Pensar sobre el fenómeno consiste en añadir cada vez más conexiones de pauta y significado, y, así, en activar áreas adicionales del cerebro” (E.O. Wilson, 1999, p. 159), podemos interpretar el razonamiento como una forma de activar y a la vez desarrollar el cerebro, desde el conocimiento, entendiendo por tal el proceso de adquisición y expresión formalizada de aquellas *rutras neurológicas* trazadas. Y, aunque en rigor *conocimiento* y *conciencia*

¹⁴ Una postura contraria estaría representada por la postura de Thorndike, o Woodworth.

comporten procesos cognoscitivos de vía distinta, existen rutas neurológicas cuyo cultivo reiterado o frecuencia selectiva hace que cambien la conciencia, cambie de intensidad, emocionalidad y capacidad de conocimiento, favoreciendo en el sujeto una percepción de la realidad distinta, más o menos plena. La práctica de la meditación, algunos hábitos positivos o *pensar en clave de síntesis* generarán conexiones de calidad superior a la dual o parcial (conciencia sistémica u ordinaria), que activarán la conciencia desde la práctica del conocimiento. La capacidad de síntesis podría ser uno de los más claros eslabones perdidos entre conocimiento y conciencia, su puerta de acceso biunívoco.

IV. BIONOGENÉTICA: “EL *ESLABÓN PERDIDO* SOMOS NOSOTROS”

Apunta al escaso desarrollo relativo de la mente humana, y por tanto a su potencial evolución hacia una mayor *complejidad* funcional:

a) Algunas premisas-marco de corte filogenético, que nos pueden ubicar:

1) Las bases formales de la *complejidad* o de la *universalidad* no son patrimonio humano. También “el conocimiento de los mamíferos dispone de esquemas precategoriales o prerracionales (que corresponden a la causalidad, la necesidad, la universalidad). Premack sostiene incluso que la percepción categorial no es propia del hombre” (en E. Morin, 1988, p. 67).

2) La evolución humana hacia la complejidad habrá de realizarse sobre lo que biológicamente somos. Desde el *Homo sapiens*¹⁵, “El hombre ha dejado de evolucionar anatómica y fisiológicamente” (E. Morin, 1983, p. 348).

3) Dicho con mayor actualidad:

“El cerebro que aparece hace casi cien mil años ya es el mismo que el de Buda, Jesús, Leonardo, Montaigne, Mozart, Kant, Hegel, Rimbaud, Einstein. Es el cerebro de nuestros ancestros arcaicos y de nuestros contemporáneos hipercivilizados. Es el de los Negros, los Amarillos y los Blancos. Es el de los esclavos y el de los hombres libres, el de los sacerdotes y los ateos, el de los calculadores y los poetas, el de los filósofos y los ingenieros. Es decir, que lo que permite la extrema diversidad y singularidad de los espíritus individuales es la Unidad del cerebro humano” (E. Morin, 1988, p. 252).

b) Otra prueba de la tesis *teihardiana* de que *lo que une, diferencia*. Para el *neurocientífico* J.A. Calle Guglieri (1999), estamos empezando a conocer el cerebro y a saber cómo engranar más rentablemente la conexión *cerebro-mente*. A medida que se aprenda a interrelacionar este sistema y a practicar *gimnasia cerebral*, seremos capaces de mantener una mente más *joven* y *capaz* (comunicación personal, adaptado).

c) Tanto desde los puntos de vista *filogenético* como *ontogenético*, la mente ordinaria *acaba de salir del cascarón*. Es, prácticamente, un *eslabón perdido* de sí misma, una sombra de lo que podría llegar a ser (P.D. Ouspensky, 1978). R.A. Calle (1999) afirma que nuestra mente habitual está en un estado de evolución crepuscular.

¹⁵ Con todo, hay quien como A. Jiménez Barros (1998), citando a A. Smith, expresa que el Homo no es la única especie considerada Sapiens, porque esta cualidad “aparece en cualquier lugar en que tenga lugar un aprendizaje, y en el que el comportamiento no sea sólo una cuestión de respuesta instintiva”. Siguiendo el mismo hilo argumental, añado que el Homo Sapiens, en tanto que *instintivo*, es, además, No-Sapiens; cualidad que, individualmente considerada, puede ser una simple cuestión de predominancias circunstanciales y motivacionales, y que podría servir para explicar la *bestialidad en las personas*.

V. PSICODIDÁCTICA. “LAS FUENTES DEL CONOCIMIENTO Y DE LA COMUNICACIÓN DIDÁCTICA”

Estos hechos, que nos alejan definitivamente de los esquemas simplistas del conocimiento y de la enseñanza (sea *tradicional* o *todo lo innovadora que se quiera*), posibilita la consideración de varios *orígenes de conocimiento*, capaces de constituirse en *cauces de respuesta* (actitudinal, conceptual, de procedimiento, emocional, etc.), con independencia de que alguno de ellos pueda estar socialmente trazado o desatendido en la actualidad:

a) *Memoria*: Tanto de causa:

1) *Genética*. Como afirma E. Morin (1983) y Atlan: “Las aptitudes de un espíritu-cerebro hipercomplejo dependen en primer lugar de la memoria genética, sin la cual no habría ontogénesis productora de este cerebro capaz de libertades” (p. 501). Por tanto, parece necesario reconocerla o reflexionar suficientemente en nuestro pasado biológico:

“A lo largo de tres millones de años, desde los monos-hombre ancestrales de África hasta el más primitivo de los Homo sapiens anatómicamente modernos, que vivieron hace unos 200000 años, el cerebro aumentó cuatro veces su volumen. Gran parte del crecimiento tuvo lugar en la neocorteza, la sede de las funciones superiores de la mente, que incluyen, en especial, el lenguaje y su producto basado en símbolos, la cultura” (p. 145).

“Si acabamos renunciando a nuestra naturaleza genética frente al raciocinio ayudado por las máquinas, y si también renunciamos a nuestra ética y nuestro arte y nuestro significado mismo, a cambio de un hábito de divagaciones despreocupadas en el nombre del progreso, imaginándonos como dioses y absueltos de nuestra antigua herencia, nos convertiremos en nada” (E.O. Wilson, 1999, p. 436).

2) *Adquirida*, a la cual la conciencia actualizada recurre permanentemente y en la cual puede operar, como en un magnífico laboratorio en el que *casi siempre* el investigador encuentra, por una parte:

- Toda clase de *condicionamientos* de partida.
- Toda clase de *conocimientos que necesita*, percibidos elaboraciones actuales de la memoria (genética, aprendida-consciente y aprendida-inconsciente), tanto relativa a *hitos circunstanciales* como a *procedimientos funcionales*.
- A veces, sobre todo si se persigue con verdadero interés, hasta materiales inesperados, secundarios, colaterales o a priori *desahuciables*, que puedan llegar a ser claves.
- En todo caso, el sentido de la memoria es fundamentalmente transformar el contenido en conocimiento mediante su *caracterización emocional* y a través del esfuerzo ligado al propio entendimiento.

b) *Recepción*, repetitiva o significativa (D.P. Ausubel, 1968, 1977, 1978) del entorno exterior.

c) *Descubrimientos o creaciones personales* (J.S. Bruner, 1973, y J.S. Bruner, J.J. Goodnow, y G.A. Austin, 1978), tanto de conceptos, como de actitudes, sensaciones, procedimientos (resolución de problemas), etc. Desde un punto de vista psicológico y didáctico, es completamente lógico que cada *conciencia* sea capaz de realizar *procesamientos autógenos*, desde su “método” (*camino propio* y, a la vez, *modo de caminar por él*). En este sentido, es cierto y recomendable que: “Las personas innovadoras han de inventarse sus propios rumbos, evitar andar por caminos trillados, rutinarios, archiconocidos” (S. Vilar, 1997, p. 128). Si bien estoy completamente de acuerdo con el “*predicado*” del enunciado anterior, la evidencia del “*sujeto*” me produce verdadera *aflicción pedagógica*, como docente que soy. Porque, ¿acaso todo *ser humano*, por el hecho de serlo, no es un *innovador a priori*, puesto que está capacitado para desplegar acciones mentales y resolver problemas del entorno de modos *subjetivamente originales*? El caso es que, por una parte, figura esta capacidad general. Y, por

otra, nos encontramos con unos resultados paupérrimos, traducibles es un auténtico fracaso social: el hecho, antes observado, que las *personas innovadoras* sean excepcionales.

1) Una de las explicaciones más plausibles de este insatisfactorio fenómeno social radica, precisamente, en la preorganización social de los contenidos disciplinarios. En efecto, por una tendencia a la economía (simplificación) de los procesos de conocimiento y por una correspondencia con la organización social, dispuesta conforme a ellos, los contenidos disciplinares, por un lado, se organizan en *conglomerados* y tienden a ser investigados de este modo. Y por otro, se mantienen en su statu quo motivados por enseñanzas insistentemente monolíticas, no-relacionantes, promotoras de *conceptos, procedimientos, actitudes, sentimientos, emociones*, etc. externamente articulados en un triple sentido:

- La clase de contenidos agrupados.
- La relativa certeza con que se manejan y comunican.
- Su consolidación *egótica*, caracterizada por la disminución de la duda, la baja autocrítica, el menor razonamiento desde o hacia coordenadas más amplias al propio reducto epistémico, etc.

2) Esta cohesión de partida-llegada no sólo favorece los conocimientos subjetivamente repetitivos y condiciona los aprendizajes por descubrimiento (J.S. Bruner), sino que tiende a *extirpar* una parte muy importante de producciones neurológicas, por razones *egóticas*, o sea, por el solo hecho de salirse del *espacio de contenidos* tanto a los *errores* como a las *síntesis inusuales*.

3) Por éstas y otras razones que ya hemos expuesto, la enseñanza y la investigación disciplinar tienen sus días contados, como la llama de una vela que irreversiblemente se consume a sí misma, porque profundiza. Días que podrán ser muchos o menos, pero que tendrán que ir cediendo al empuje de la lógica del propio conocimiento, al que ahora toca ir expandiendo raíces horizontales y transversales cada vez más sólidas y mejor entrelazadas.

d) *Los errores*. De ellos pueden extraerse varias clases de aprendizajes convenientes:

1) *Se aprende el significado y la medida de la normalidad*. Porque, como decía el profesor Morán, que allá por los años 30 enseñaba en el Instituto Cisneros: “La facultad más arraigada en el ser humano es la de equivocarse”.

2) *Se aprende, a veces, lo extraordinario*. Por ello:

“Son estos “errores” los que hacen que de la monotonía del razonamiento repetitivo surjan, a veces, como por encanto, nuevos cursos de pensamiento. Podríamos decir que estos “errores” son los padres de la genialidad. Pero estas irregularidades no son reproducibles, ocurren de forma imprevisible, no planificable, otra vez más al azar” (T. Alfaro Drake, 1997, pp. 123, 124).

3) *Se aprende a rectificar*.

- Naturalmente, el contenido anterior se refiere a los “errores” por primera vez. Porque, cuando la *mente* reconoce (y refuerza por tanto el descubrimiento de) un error exitoso, éste podrá reproducirse o mantenerse en el futuro, pudiéndose mutar en una respuesta creativa o al menos *subjetivamente creativa* (por originalidad, cantidad, flexibilidad, inventiva, capacidad de relación, etc.).
- Por tanto, se entienden los errores y conflictos, como privilegiadas y potencialmente (muy) ricas fuentes de aprendizaje (S. de la Torre, 1993), que forman parte del funcionamiento *natural* de la mente humana.
- Sin embargo, una vez conscientes, no han de servir para permanecer o justificar el yerro –este es el verdadero error a evitar–, sino para pretender salir de él. Recordemos a J.L. Vives (1984),

cuando decía que: “No hay cosa de que más te hayas de acordar que de aquellas en que has errado, por no tornar otra vez a caer en ello. Quien quiera puede errar, mas sólo el necio es el que persevera en el error”. O expresado de otro modo por el maestro y filósofo L. Wittgenstein (1996): “Hay que colocarse al lado del error para conducirlo hasta la verdad” (p. 49).

4) *Se aprende a evolucionar y a trascender (positivizar)*. Otra hipótesis o explicación, realista y muy aplicable al ser humano, tanto individual como socialmente, sería la denominable *perspectiva teilhardiana-trascendente*, que vendría a concluir con que *todo es relevante para la evolución humana*, y compone una corriente *acentrónica* que irreversiblemente se dirige al *acrecentamiento de la conciencia*. De aquí se deduce que los errores (actuales negatividades) tienden a transformarse en *positividades*. De aquí se deduce la congruencia de una actitud optimista, global y motivada por la *posible evolución*, a cualquier escala *no-egocéntrica*.

e) *Las síntesis inusuales* o ajenas a su *radio de normalidad epistemológico*, bien disciplinar y/o identificado con *ismos* de la más variada naturaleza, individual y/o compartida. En consecuencia, mantiene los procesos de conocimiento en un entorno de enseñanza-aprendizaje-investigación que sobre todo se parece a un coto cercado, a una especie de reserva natural o de *artificio*, al cual, desde luego, es posible acostumbrarse por mor de la identificación más asfixiante. Por tanto, la didáctica, que pretende el desarrollo armónico de todas las capacidades humanas (o al menos eso se lee en todas partes), se encuentra en una permanente encrucijada: su propia contradicción o la coherencia, con todas las versiones intermedias.

f) *Los procesos y fenómenos acausales y sincrónicos*, que ya estudiaron C.G. Jung o D. Peat, y que definen una nueva clase de aprendizaje, el *aprendizaje por sincronidad*, del que nos tendremos que ocupar.

CONCLUSIÓN. El ser humano de nuestros días está especializado en razonar desde su *ego*, tanto individual como colectivo. He ahí la etiología de su retraso, la causa general de su sufrimiento y de su dificultad de aprendizaje para la convergencia y la posible evolución. El nuevo ser humano podrá *renacer de nuevo, reconstruirse*, en la medida en que durante largo tiempo desee reducir su egocentrismo y su parcialidad y adquirir una conciencia más compleja y profunda de sus capacidades genéticas y *epigenéticas*. Quizá así podrá ponerse a la altura del potencial *humanizador* de su propio cerebro, para poder llegar a pensar, desde su *autoconciencia*, con todas sus células, con todo su ser.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALFARO DRAKE, T. (1997). *El señor del azar*. Madrid: Editorial San Pablo, S.A.
- AUSUBEL, D. P. (1968). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton (e.o.: 1963).
- AUSUBEL, D. P. (1977). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas (e.o.: 1967).
- AUSUBEL, D. P. (1978). In defense of advance organizers. A reply to the critic. *Review of Educational Research*, 48 (2), 251-257.
- AVELLANOSA CARO, I. (1998). Cómo los Humanos Aprendemos a Pensar. *Jornadas de Intercambio de Experiencias de Menores* (jornada del 8 de mayo). Escuela de Educadores. Madrid.
- BRUNER, J. S. (1973). *Beyond the information given: Studies in the psychology of knowing*. Now York: Norton.
- BRUNER, J. S., GOODNOW, J. J., Y AUSTIN, G. A. (1978). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones (e.o.: 1956).
- CALLE, J.A. (1999). Cerebro-Mente: Perspectivas ante el Porvenir. En M. García García, y A. de la Herrán Gascón (Dirs.), *La Educación ante la Era Tecnológica*. Curso de Humanidades Contemporáneas. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

- CALLE, R.A. (1999). *Redes*. TV2. 11 de enero.
- CAPRA, F. (1991). *Sabiduría insólita. Conversaciones con personajes notables*. Barcelona: Editorial Kairós, S.A.
- DARWIN, CH. (1993). *Autobiografía*. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- FEYERABEND, P. K. (1985). *¿Por qué no Platón?* Madrid: Tecnos.
- HERRÁN GASCÓN, A. de la (1985). *Psicología intrasistémica. El sujeto como sistema de procesamiento afectocognitivo*. Manuscrito. Madrid.
- HERRÁN GASCÓN, A. de la (1988). *Lo uno-trino*. Manuscrito. Madrid.
- HERRÁN, A. de la (1998). *Cómo estudiar en la Universidad*. Madrid: Editorial Universitas, S.A.
- HERRÁN, A. de la (1998b). *La conciencia humana. Hacia una educación transpersonal*. Madrid: Editorial San Pablo, S.A.
- JIMÉNEZ BARROS, A. (1998) (Coord.). *Plan de Educación para el Desarrollo y la Integración de América Latina. Marco teórico* (2ª ed.). Sao Paulo (Brasil): UNESCO.
- JIMÉNEZ BARROS, A. (1999). *Desarrollo, Globalización e Integración. Conferencia Central del Área II. 2º Congreso Mundial de Educación Internacional, Integración y Desarrollo "Aprendiendo a Vivir Juntos"*. UNESCO. Foro Permanente de Educación Internacional para la Integración y el Desarrollo de las Naciones. Buenos Aires.
- JOHNSTON, W. (1980). *La música callada. La ciencia de la meditación*. Madrid: Ediciones Paulinas, S.A.
- MORIN, E. (1983). *El método II. La vida de la vida*. Madrid: Ediciones Cátedra, S.A. (e.o.: 1980).
- MORIN, E. (1988). *El método III. El conocimiento del conocimiento*. Madrid: Ediciones Cátedra, S.A. (e.o.: 1986).
- NEMETH BAUMGARTNER, A. (1994). *Macrometanoia. Un Nuevo Orden. Una Nueva Civilización. El Cambio de Paradigma Científico en las Ciencias Jurídicas, Políticas y Económicas*. Santiago de Chile: Editorial Sudamericana.
- OUSPENSKY, P.D. (1978). *Psicología de la posible evolución del hombre* (9ª ed.). Argentina: Librería Hachette, S.A.
- ROGERS, C. (1984). *Un Nuevo Mundo, una Nueva Persona. Ecofilosofías. Diseñando Nuevas Formas de Vida*. Barcelona: Integral Edicions.
- ROMERO FERNÁNDEZ, L.M. (1994). *Metáfora Computacional de la Mente y Epistemología. VIII Congreso Latinoamericano de Análisis del Comportamiento*. La Paz. 5 de junio.
- SAGAN, C. (1980). *Los dragones del Edén*. Barcelona: Editorial Grijalbo, S.A.
- SERAFINI, M.T. (1994). *Cómo se estudia*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A. (e.o.: 1991).
- SMITH, A. (1985). *La mente* (vol. I). Barcelona: Salvat Editores, S.A.
- TORRE, S. de la (1993). *Aprender de los errores. El tratamiento didáctico de los errores como estrategia de innovación*. Madrid: Editorial Escuela Española, S.A.
- VILAR, S. (1997). *La nueva racionalidad. Comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios*. Barcelona: Editorial Kairós, S.A.
- VIVES, J.L. (1984). *Introducción a la sabiduría*. En J.L.Vives, *Tratado de la enseñanza. Introducción a la sabiduría. Escolta del alma. Diálogos. Pedagogía pueril*. México: Editorial Porrúa.
- VYGOTSKI, L.S. (1978). *Los procesos psicológicos superiores*. Madrid: Editorial Crítica, S.A.
- WAINSTEIN, M. (1999). *Comunicación: Un paradigma de la mente*. Buenos Aires: Eudeba.
- WATZLAWICK, P. (1986). *El lenguaje del cambio. Nueva técnica de la comunicación terapéutica* (3ª ed.). Barcelona: Editorial Herder, S.A. (e.o.: 1977).
- WILSON, E.O. (1999). *Consilience. La unidad del conocimiento*. Barcelona: Círculo de Lectores, S.A.
- WINSON, J. (1985). *Cerebro y psique*. Barcelona: Salvat Editores, S.A.
- WITTGENSTEIN, L. (1996). *Observaciones a La Rama Dorada de Frazer*. Madrid: Editorial Tecnos, S.A. (e.o.: 1976).