

Neurociencia, aprendizaje y educación

La plasticidad y la vulnerabilidad de los seres humanos desde la neurocultura. Dos aspectos esenciales en una Teoría de la Educación

Joaquín García Carrasco
Universidad de Salamanca
Carrasco@usal.es

Debo advertir, sobre la brevedad de este documento; no deja margen, sino para insinuar y para animar a continuar un estudio fascinante¹; estudio enriquecedor de la Teoría de la Educación, cuando el propósito consiste en *comprender* el proceso de humanización en *todos* los seres humanos, cuando busca apasionadamente la comprensión de *todo* lo que nos hace ser humanos. Ese estudio, en alguna medida, invita a *suspender* la práctica² y a trabajar directamente sobre la representación que nos hacemos del proceso. Esta capacidad de *pensar en ausencia* (*in absentia*) de estímulo concreto, tal vez sea la característica fundamental de la mente humana³, la que da forma al discurso “mentalés” o mentalista, la primera y más común forma de discurso sobre la mente⁴, que todos practicamos en las conversaciones, independientemente de la diferencia cultural en cada uno. El hecho imponente primario es que el fenómeno de la humanización tiene lugar dentro del *fenómeno de la vida*⁵ y su representación debe contar con el *principio vida*⁶. No es la única manera de mirar, aunque se trata de una mirada imprescindible.

Una tradición teórica postergada

Uno de los rasgos de la cultura occidental ha sido la disyunción entre las ciencias de la naturaleza y las denominadas “ciencias del hombre”. E. Morin lo justifica por la dificultad que entraña compaginar el considerarnos dotados de espíritu -que trabaja con la inmaterialidad del significado-, y la evidencia de estar biológicamente constituidos⁷. En el discurso pedagógico predominó una perspectiva, que no estimulaba el esclarecimiento del nexo entre los hechos sociológicos de la educación y la constitución biológica de los individuos, más allá de la mera alusión a *condicionantes biológicos* o de una referencia general al problema herencia-ambiente. Permanecía

¹ Muchos de los pensamientos que contiene el documento formarán parte de un libro, cuyo título provisional es “Plásticos, vulnerables, aprendices y resilientes”, dedicado a rastrear desde la teoría de la educación las ilustraciones que afloran en compendios de investigación neurológica. Este libro lo estamos llevando a cabo Ricardo Canal Bedia, especialista en el espectro autista y yo mismo. También a él corresponde la autoría, porque sin sus consejos y su aliento, nunca habría mantenido el empeño. El texto se ha beneficiado precisiones sugeridas por Margalida Coll.

² Esta suspensión es un proceso fundamental en la formación de la mente. Cfr. RIVIERE, A.-ESPAÑOL, S. (2003) *La suspensión como mecanismo de creación semiótica*. Rv. Estudios de Psicología, 24 (3), 261-275. Los mismos procesos mentales de la suspensión en la génesis de los procesos mentales superiores, intervienen en el cambio de conocimiento, porque implican una “toma de conciencia”, en primera persona, de nuevos dominios problemáticos. Los grandes problemas invitan a suspender las prácticas habituales de reflexión y de discurso. Es condición de la “deliberación disciplinada sobre la experiencia” y de la redistribución de los focos de atención. Cfr. DEPRAZ, N.-VARELA, F.-VERMERSCH, P. (2011) *A l'épreuve de l'expérience. Pour une pratique phénoménologique*. Bucarest, ZETA books, cap. 1: Le cycle base (de la prise de conscience).

<http://www.ingentaconnect.com/content/fias/edp/2003/00000024/00000003/art00002> (27-5-2011)

³ VELEZ, L. (2007) *Homo sapiens*. Bogotá, Villegas Editores.

⁴ PINKER, S. (2001) *El instinto del lenguaje. Cómo crea el lenguaje la mente*. Madrid, Alianza.

⁵ VARELA, F. (2010) *El fenómeno de la vida*. Chile, JC Saez Editor.

⁶ JONAS, h. (2000) *El principio vida: hacia una biología filosófica*. Madrid, Trotta. Este libro fue el que inspiró el libro de F. Varela, citado anteriormente.

⁷ MORIN, E. (1984) *Ciencia con consciencia*. Barcelona, Anthropos.

implícito un dualismo mente-cuerpo de inspiración cartesiana, que lo impedía. La pedagogía ha venido estudiando y desarrollando modalidades de aprendizaje, sin tener en cuenta el progresivo conocimiento de las funciones del sistema nervioso, aunque hubiese sido muy ilustrador⁸. Han sido muchos los autores, sin embargo, que justificaron el beneficio de una aproximación de la Pedagogía a la Biología⁹ y los que reclamaron ese estudio para los educadores¹⁰. En la actualidad el problema reavivó con el planteamiento de las relaciones “mente-cerebro”¹¹.

No obstante, la calificamos de *tradición postergada*, en el sentido de intuida fundamental, pero retrasada y pospuesta; referida y aludida, pero pasada por alto. En 1988, J.M. Asensio señalaba la importancia, para la teoría de la educación, de considerar la extraordinaria “labilidad del biograma humano”¹²; labilidad en el sentido de fragilidad y alteraciones en los procesos orgánicos, las cuales dificultan el control del comportamiento y su adaptación, limitando la eficiencia de los propósitos formativos. La educación y los procesos educativos constituyen la marca específica del dinamismo adaptativo de nuestra especie, el distintivo del modo de vida de la especie humana¹³; la biología humana fue evolutivamente dispuesta para consumarse en los procesos culturales: la vida es nuestro valor fundamental, aunque la imperfección se encuentre instalada en ella, por principio y desde el principio.

Una tarea contemporáneamente urgida

Eric Kandel, Premio Nobel de medicina 2002 abrió un libro sobre la memoria con las siguientes palabras: “La comprensión de la mente humana en términos biológicos se ha transformado en la tarea científica fundamental del siglo XXI”¹⁴. No sólo por motivos teóricos, sino, como advierte R. Carter, por motivos prácticos y sociales.

“El conocimiento que está proporcionando la cartografía de la mente no es sólo esclarecedor, sino que tiene además una gran importancia práctica y social, puesto que nos abre el camino hacia una comprensión de nosotros mismos...”¹⁵

Quizás se magnifican las esperanzas en la investigación neurocientífica. E. Kandel no tiene dudas al respecto. La meta de tal investigación es entender los procesos de la percepción, los del aprendizaje, los de la memoria, los del pensamiento, los que generan el estado mental que denominamos *consciencia* y lo que realmente deba entenderse por libre albedrío: el poder de la voluntad y los límites de la libertad. R. Carter es incluso más contundente.

“...cuando los mapas de nuestra mente estén completos, será posible aspirar a tratamientos psicoactivos tan precisos que la condición mental del individuo –y, por lo tanto, su comportamiento– será casi por completo moldeable (...) cuando cada diminuto componente del cerebro haya sido localizado, cuando haya sido identificada su función y aclarada su interacción con cada otro componente, la descripción

⁸ RACLE, G. (1983) *La pédagogie interactive. Au croisement de la Psychologie moderne et de la Pédagogie*. París, Retz

⁹ ASELMEIER, U. (1983) *Antropología biológica y pedagogía*. Madrid, Alhambra.

¹⁰ ASENSIO, J.M. (1997) *Biología y Educación: el ser educable*. Barcelona, Ariel; Id. Id. (1988) *Biología, educación y comportamiento*. Barcelona, CEAC.

¹¹ POPPER, K. (2002) *El cuerpo y la mente: escritos inéditos acerca del conocimiento y el problema mente-cuerpo*. Paidós, Barcelona; BUNGE, M. (1985) *El problema mente-cerebro: un enfoque psicobiológico*. Madrid, Tecnos.

¹² Manuscrito inédito elaborado como Memoria para la titularidad universitaria y otro para la Cátedra de Biología de la Educación en la Universidad Autónoma de Barcelona.

¹³ DOBZHANSKY, TH. (1966) *Herencia y naturaleza del hombre*. Buenos Aires, Losada.

¹⁴ KANDEL, E. (2007) *En busca de la memoria. El nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Buenos Aires, Kats, p. 13.

¹⁵ Carter, R. (2002) *El nuevo mapa del cerebro. Guía de los descubrimientos más recientes para comprender el funcionamiento de la mente*. Barcelona: Integral.

resultante contendrá cuanto necesitamos saber sobre la naturaleza humana y sobre la experiencia”¹⁶.

Esa esperanza debe compensarse con un buen planteamiento sistémico que tome en consideración los diferentes niveles de complejidad funcional de la mente y la totalidad de su ontología: el entorno biosociocultural forma parte de esa ecuación ontológica.

El término “neuropsicología” nombra un campo académico reconocido y está presente, siempre, en el currículo formativo del profesional de la psicología, debiera estarlo en los de Pedagogía¹⁷. Para algunos autores, el término “neurocultura” se presenta como otra Piedra Rosetta, donde se proponen claves que vinculan las ciencias de la vida a las humanidades¹⁸; el término arrastra otros como el de “neurodidáctica”¹⁹; en el mes de noviembre del 2010 se celebró en Mar del Plata (Argentina) un Congreso internacional sobre “neuroeducación”.

La importancia de las neurociencias para la teoría de la educación se fundamenta, de hecho, en que el funcionamiento mental depende de propiedades emergentes en el sistema biológico; principalmente, la de la *plasticidad* de la estructura de la mente; esa plasticidad tiene una consecuencia trágica, la de su *vulnerabilidad*; y otra que proporciona esperanza al proceso de humanización, la de su enorme capacidad de *resiliencia* o recuperación. Cuando se *incluyen* todos estos aspectos en la perspectiva, el proceso de humanización, el proceso educativo, en sus cuentas mayores, aspira a que *todos* puedan *dar de sí*. No se trata de una aspiración ingenua; es consciente de que muchos estados de principio o sobrevenidos son *irreparables*; pero, siempre caben márgenes de posibilidad en el dar de sí, de encontrar sentido en tal situación. Participar, contribuir, estar atento, al estudio interdisciplinar de esas posibilidades, atender la voz de la experiencia de imperfección y la del sobreponerse al desperfecto²⁰, deberá formar parte del tablero de juego de una teoría de la educación en el horizonte de este tiempo.

Una tarea apasionante

En 1943 K. Popper escribía el libro “Sociedad abierta y sus enemigos”²¹; abierta, si pone en libertad las facultades críticas de los seres humanos. El biólogo chileno H. Maturana mostró que las culturas son sistemas *clausurados de conversaciones*²²; yo añadiría que las culturas también, en cierta medida, cierran las perspectivas, los puntos de vista, los paradigmas. De ahí el consejo de Popper sobre quedar abiertos a la falsabilidad, a la corrección, a los argumentos en contrario. Ortega y Gasset hablaba de la práctica del “Espectador” con *responsabilidad cognitiva*, la cual le sitúa en la disposición “a renacer en toda hora de un credo habitual a un credo insólito”²³. El propio filósofo español, refiriéndose a la contraposición entre teoría y vida, indicó: “La nueva biología ofrece material abundante para renovar este problema”, el de las relaciones entre la vida y la teoría; en nuestro caso, para abrir y renovar la posible clausura reflexiva de la teoría de la educación.

¹⁶ Carter, R. (2002) *O.c.* p.7-8

¹⁷ TIRAPU ITURRIOZ, J.-RIOS LAGO, M. (2011) *Manual de neuropsicología*. Barcelona, Viguera Editores.

¹⁸ MORA, F. (2007) *Neurocultura. Una cultura basada en el cerebro*. Madrid, Alianza Editorial.

¹⁹ FORÉS Y MIRAVALLES, A. (2009) *Descubrir la neurodidáctica. Aprender desde y para la vida*. Barcelona, UOC.

²⁰ HENDERSON, E. (2006) *La resiliencia en el mundo de hoy*. Barcelona, Gedisa; WALSH, F. (2004) *Resiliencia familiar*. Buenos Aires, Amorrortu.

²¹ POPPER, K. (2006) *La sociedad abierta y sus enemigos*. Barcelona, Paidós Ibérica.

²² MATURANA, H. (2009) *La realidad ¿objetiva o construida. I-Fundamentos biológicos del conocimiento*. Barcelona, Anthropos.

²³ ORTEGA Y GASSET, J. (1983) *Confesiones de “El Espectador”*. *Verdad y perspectiva*. En “Obras Completas”, T. II, Revista de Occidente, Madrid, pp. 17. Sirvan estas referencias de pequeño homenaje en su cincuentenario.

La revolución biológica

El conocimiento biológico, durante el siglo pasado, había conseguido avances extraordinarios al identificar componentes elementales del sistema orgánico y la estructura de las relaciones, extraordinariamente complejas, implicadas en su desarrollo. La ciencia quería llegar al fondo; un testigo de este propósito fue el físico Edwin Schrödinger, al publicar en 1944 su influyente libro *¿Qué es la vida?*²⁴; este libro influyó para que J. Watson y Crick se dedicaran a la biología molecular. La pregunta siguió resonando en la biología buscando la comprensión del mundo de la vida²⁵. El año 1953 marcará un hito fundamental en esa historia, con el descubrimiento de la estructura del ADN. En torno a ese acontecimiento, se construyó un marco interpretativo para el dinamismo vital y un campo de investigación relevante, donde los descubrimientos no dejan de sorprender²⁶. El día 26 de junio del 2000 se publicó el *primer borrador* o el *primer ensamblaje* de lo que se había llamado código genético de la humanidad, concluyendo el Programa Genoma Humano, iniciado en 1990. C. Venter, uno de los protagonistas del programa, intervino en tan señalada ocasión confirmando:

“Las complejidades y las maravillas del proceso por el que los compuestos químicos inanimados que forman nuestro código genético dan lugar a los imponderables del espíritu humano, deberían inspirar a los poetas y a los filósofos durante milenios”²⁷.

La narración genómica está en su juventud, le quedan muchas sorpresas²⁸; entre tanto, el término *gen* ha pasado a las conversaciones y a postularse como actor en la cultura básica. En el sistema génico se encuentran claves, que lo relacionan con nuestra plasticidad biológica, para bien o para mal. El hecho de que la identidad humana emerja, primariamente, desde esta estructura biológica, plantea un *corolario inevitable*: la posibilidad de operaciones mentales superiores se encuentra condicionada por el desarrollo ontogenético de la unidad psicosomática. Los que mejor lo muestran son quienes padecen síndromes de origen genético, con consecuencia de discapacidad mental. La narrativa de la humanización queda condicionada por el hecho de que el sistema de réplica no es perfecto ni busca la perfección. Los mecanismos que generan el diseño, son los que instalan la individualidad, la diferencia, la posibilidad vital y la *imperfección*, de partida; se trata de un sistema *frágil*, que no viene preservado por un agente inteligente externo al mundo de la vida.

“El mundo de la vida está lleno de imperfecciones, defectos, sufrimiento, crueldad, y aun sadismo”²⁹.

“La evolución biológica difiere de una pintura o un artefacto en que no es el resultado de un diseño preconcebido. El diseño de los organismos no es inteligente, sino imperfecto y, a veces, completamente disfuncional...”³⁰

El hecho contundente que proporcionan las neurociencias consiste en que la influencia exterior, no solo afecta al “psiquismo”, sino que modula la expresión de los genes, “forma o deforma las

²⁴ SCHRÖDINGER, E. (2000 v.o. 1944) *¿Qué es la vida?*. Barcelona, Tusquets.

²⁵ MARGULIS, L.-SAGAN, D. (1996) *¿Qué es la vida?*. Barcelona, Tusquets.

²⁶ Una síntesis de esta historia de descubrimientos y lo que su significado creía que aportaba a lugares cardinales en la sistemática de una teoría de la educación, ya lo sugerí en GARCIA CARRASCO, J (2007) *Leer en la cara y en el mundo*. Barcelona, Herder, cap. 7, “La vida narrada en lenguaje físico-matemático y en lenguaje biológico”.

²⁷ DAVIES, K. (2001) *La conquista del genoma humano. Craig Venter, James Watson y la historia del mayor descubrimiento científico de nuestra época*. Barcelona, Paidós, p. 317.

²⁸ AGUADO, B. (2003) *Proyecto genoma y posgenómica*. En GARCIA BARRENO Ed.: “50 Años de ADN. La doble hélice”. Madrid, Espasa.

²⁹ AYALA, F.J. (2008) *Darwin y el diseño inteligente*. Madrid. Alianza Editorial, p.26.

³⁰ AYALA, F.J. (2008) *O.c.*, p. 85.

estructuras cognitivas del cerebro”³¹; las secuelas gravan y cincelan las estructuras que soportan los mecanismos gestores del comportamiento, conforman las necesidades individuales, alimentan o debilitan la flexibilidad o la resistencia a los cambios que requiere la adaptación constructiva al entorno: alimentan la individualidad al perfilar los patrones de actividad sistémica del cerebro.

- *Una vida realizada*

Tal vez la pregunta humanista que ha espoleado a los teóricos de la Educación y amojonado su campo de conocimiento sea ésta: ¿Qué es una vida realizada? ³². El signo de los tiempos que corren parece perfilarse en el sentido de que ambas categorías de preguntas –qué es la vida y qué es una vida realizada- no pueden continuar separadas por lo que se ha sustanciado como una “brecha semántica”. La biología cree disponer de todos los recursos para responder ambas preguntas³³; los hechos demuestran que no es posible avanzar en su respuesta, sin el diálogo que puentee ambos bordes de la hendidura³⁴. La teoría de la educación no puede inhibirse ante estos signos culturales, porque los procesos que estudia se encuentran fuertemente condicionados por las implicaciones de la evolución social y por las contingencias del desarrollo biológico. Donde mejor se ve esa conjunción es en las vidas vulneradas; la vulneración puede venir *dada* por la biología o *sobrevenir* el derrumbe de la arquitectura biológica, como consecuencia del trauma psíquico, socialmente mediado.

La posibilidad de maltrato psicológico que conforma destructivamente la mente, también es una consecuencia de la plasticidad: la cara menos iluminada del proceso de humanización. Al fin y a la postre, “en biología (humana) nada tiene sentido salvo a la luz de la propia historia”³⁵. Y, en muchos, la plasticidad quedó vulnerada por lo que Zimbardo denominó: “El efecto Lucifer”³⁶, la utilización vulneradora de los mecanismos de la mente; el maltrato y la vulneración emergen como hechos insoslayables que emponzoñan el proceso de humanización, descoyuntando la mente.

El contexto reflexivo sobre la educación

Si observo el contexto en el que desarrollé mi trabajo académico, durante más de cuarenta años, afirmaré que los discursos sobre la mente de los seres humanos, especialmente en el ámbito de la educación, durante buena parte del siglo pasado, estuvieron dominados por la psicología racional de corte filosófico, por el psicoanálisis, por la sociología y por la denominada psicología natural argumentada desde la introspección. Sin embargo, tres autores, probablemente los más influyentes en el pensamiento pedagógico desde la última mitad del siglo XX –S. Freud³⁷, J.Piaget³⁸ y L.S. Vygotski³⁹- proporcionaron argumentos para la fundamentación biológica, especialmente neurológica, del discurso teórico sobre la educación.

La denominada *revolución cognitiva*, desde los años 40 del pasado siglo, propuso un programa de

³¹ PIZARRO ZULLIGUER, B. (2003) *Neurociencia y educación*. Madrid, La Muralla, p.17.

³² FERRY, L.(2003) *¿Qué es una vida realizada?*. Barcelona, Paidós Ibérica.

³³ CHANGEUX, J-P. (2005) *El hombre de verdad*. México, Fondo de Cultura Económica.

³⁴ CHANGEUX, J-P.-RICOEUR, P. (1999) *Lo que nos hace pensar: la naturaleza y la regla*. Península, Barcelona.

³⁵ ROSE, S. (2008) *Tu cerebro mañana. Cómo será la mente del futuro*. Barcelona, Paidós, p. 225.

³⁶ ZIMBARDO, Ph. (2008) *El efecto Lucifer: el porqué de la maldad*. Barcelona, Paidós Ibérica.

³⁷ FREUD, S. (1970) *La histeria*. Madrid, Alianza.

³⁸ PIAGET, J. (1977) *Biología y conocimiento: ensayo sobre las relaciones entre las regulaciones orgánicas y los procesos cognoscitivos*. Madrid, Siglo XXI Editores.

³⁹ VYGOTSKI, L.S. (2000) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires, Aique.

investigación sobre la mente fundamentado en la organización y la estructura del sistema nervioso, el cual sedujo a la investigación filosófica hacia lo que se denominó “*philosophy of mind*”. Algunos pensaron que, en lo sucesivo, no podría deliberarse sobre la mente, sino en el marco neurocientífico, como una forma de neurofilosofía⁴⁰.

La *experiencia consciente*, y el proceso dentro del cual la experiencia subjetiva se instituye y desarrolla, fue considerada por aquellos filósofos y por aquellos neurólogos el mayor estorbo e impedimento en el proceso de comprensión científica del universo. Lo calificaron como *el problema difícil*. D. Chalmers lo formula así: “¿Cómo podría un sistema físico como el cerebro ser también un *experimentador*? ¿Por qué debiera haber *algo que es como* un sistema de esta clase?”⁴¹. Creo que la pregunta no está bien formulada, ni es precisa. Experimentar es propiedad global; creo que ni siquiera los cerebros son experimentadores, porque los organismos no son cerebros con patas. Experimentar es más que procesar información, es llevar vida interior de la que te das cuenta y das cuenta, de diferentes maneras. En el contexto de la evolución puede rastrearse la historia de las formas de experimentar⁴², analizarse el sistema biológico que las soporta⁴³, o recorrerse la organización sistémica de la vida y la evolución de las funciones cognitivas⁴⁴. Son numerosos los neurocientíficos que afrontan el problema⁴⁵ y los filósofos que lo replantean, como hemos indicado, tomando en consideración los descubrimientos de las neurociencias.

La *experiencia consciente* es lo más familiar de la vida, nada es más real para un ser humano, es el tablero en el que se juega el sentido de una vida o el sinsentido, es propio de la condición humana, al estar viviendo. Desde esta experiencia podemos reformular el problema difícil: ¿cómo reconciliar la experiencia con el resto de lo que conoce la humanidad, con el acervo acumulado en la cultura? Responder esta pregunta supone entrar en la cualidad subjetiva de la experiencia, *de una manera disciplinada*, para hacer coherente esa indagación con lo que se descubre en otros campos de conocimiento que investigan, sobre todo, sus fundamentos biológicos. Creo que este es, hoy, un marco antropológico fundamental para la construcción de una teoría de la educación, su reto. Un reto capaz de satisfacer la más exigente de las curiosidades intelectuales.

En el dominio de la educación se resalta el *valor de la reflexión sobre la experiencia*; una deliberación sobre la experiencia, que se formula en términos críticos sobre *lo que ocurre* durante el desarrollo y la formación de la mente de los seres humanos; la misma deliberación crítica incide sobre *hechos que deben ocurrir*. F. Bárcena⁴⁶, desde la experiencia de un hijo biológicamente vulnerado, sugiere que se trata de dirigir la atención reflexiva sobre dos categorías de acontecimientos, sobre el hecho y las consecuencias de *dos nacimientos*. Desde la perspectiva del *primer nacimiento*, el biológico, el espectador atento advierte el hecho insoslayable de la plasticidad y la vulnerabilidad con la que se desarrollan todas las vidas, y los márgenes posibles de resiliencia. El segundo nacimiento tiene lugar en una zona de acogida, necesariamente incondicional, en un espacio intersubjetivo de acogida que se instituye como zona necesaria para la construcción del

⁴⁰ CHURCHLAND, P.S. (1986) *Neurophilosophy: Towards a Unified Theory of Mind Brain*. Cambridge-Massachusetts, MIT Press

⁴¹ CHALMERS, D.J.. (1999) *La mente consciente. En busca de una teoría fundamental*. Barcelona, Gedisa, p.5.

⁴² DENNETT, D.C. (2000) *Tipos de mentes. Hacia una comprensión de la conciencia*. Madrid, Debate.

⁴³ MARGULIS, L.-SAGAN, D. (1996) *Qué es la vida*. Barcelona, Tusquets.

⁴⁴ MATURANA, H.-VARELA, F. (2004) *El árbol del conocimiento. Bases biológicas del entendimiento humano*. Buenos Aires, Lumen.

⁴⁵ EDELMAN, G.M.-TONNONI, G. (2002) *El universo de la conciencia: como la material se convierte en imaginación*. Barcelona, Crítica.

⁴⁶ BARCENA, F. (2006) *Hannah Arendt: una filosofía de la natalidad*. Barcelona, Herder.

sujeto y como zona para su desarrollo potencial: para que todos, todos, puedan dar de sí; incluso los que ven sus vidas vulneradas o, más habitualmente, empeoradas por la edad.

La *plasticidad*, concepto clave desde el nacimiento de la Pedagogía, en J.F. Herbart⁴⁷, por ejemplo, se tomó desde la deliberación sistemática sobre el desarrollo humano y la moldeabilidad del comportamiento mediada por la cultura. Podríamos decir que toda pedagogía se planteó, habitualmente, en el marco del segundo nacimiento. Pero, la plasticidad es también un concepto clave de la investigación neurocientífica, tal vez la propiedad fundamental de los cerebros; en ella se fundamentan las posibilidades y las limitaciones del desarrollo, el vaivén de las mentes y de los comportamientos. La plasticidad, la vulnerabilidad, la resiliencia –y las relaciones sistémicas entre los tres conceptos, constituyen fundamentos de una teoría de la educación que tienda puentes, por responsabilidad cognitiva, entre la cultura filosófica y la neurocultura.

El reto futuro de la teoría de la educación consiste precisamente en participar en la armonización del conocimiento en las dos orillas de la plasticidad humana, en la comprensión de los dos nacimientos y sus implicaciones.

Por qué es necesaria la neurocultura en el campo de la educación

Dentro de la geografía de la diversidad no se encuentra *en primer término* la diversidad cultural, sino la que proporciona el primer nacimiento: la *diversidad genética*, en un sentido piagetiano y vigotskiano; el mismo desde el que se elaboró el programa de la *epistemología genética*, la cual incluía vicisitudes en la génesis y vicisitudes en el desarrollo⁴⁸; epistemología que se genera desde la dinámica de los propios mecanismos bioneurofenomenológicos por los que se instituyen en el mundo los individuos particulares, con sus vidas particulares. Se trata de una *diversidad biodependiente*, porque desde mecanismos de la arquitectura biológica se genera y se perfila la cartografía, las posibilidades y las restricciones de las funciones psicológicas; sobre todo, la de los patrones relacionales tempranos, con los que se construye la identidad diferenciada. En *segundo término* está el grupo de referencia y acogida; el dominio vital aporta un nuevo estrato de *diversidad contexto-dependiente*, habitualmente denominada *diversidad cultural*. Ambos contextos proporcionan la iluminación que resalta los pormenores de la diferenciación.

La cultura contemporánea no sólo demanda reconocimiento de las extraordinarias propiedades funcionales del cerebro, también requiere de la cultura sobre su *plasticidad vulnerable*, en la medida en que afectan a las vicisitudes de la historia experiencial de las personas, desde el nacimiento a la muerte: al proceso de humanización a lo largo de la vida. Los trastornos neuropsicológicos constituyen las manifestaciones más trágicas de la condición humana, porque despojan de valor de identidad al individuo, ante sí mismo y ante los demás. Los afectados *no son una minoría exótica*. No se satisface la exigencia de inclusión, en el dominio pedagógico, con sólo instituir una especialidad de educación especial. La plasticidad y la vulnerabilidad del Sistema Nervioso Central, deben situarse, por principio y desde el principio, en la deliberación sobre el proceso de humanización, porque constituyen las dos caras de una misma moneda. Además, esa vulnerabilidad proporciona información sobre la propia estructura de la mente y sobre la organización de sus funciones. Las neurociencias indican que la plasticidad del sistema nervioso fundamenta todo proceso de formación; pero, también indican que es esa misma plasticidad la que, al recibir la

⁴⁷ HERBART, J.F. (1806) *Pedagogía general derivada del fin de la educación*. Ed. De la Lectura.

⁴⁸ PIAGET, J. (1977) *Biología y conocimiento : ensayo sobre las relaciones entre las regulaciones orgánicas y los procesos cognoscitivos*. Madrid, Siglo XXI; Id. Id. () *L'Épistémologie génétique*. París, Que sais-je?

agresión vulneradora de cualquier tipo, empuja a sus mecanismos por un derrotero *degenerativo y destructivo*, el cual puede derruir los indicios más relevantes de la condición humana⁴⁹.

Una mujer culta, C. Malabou, un ejemplo entre una infinidad, de manera imprevista, se topó con la enfermedad de Alzheimer de su abuela; ni su biblioteca de filosofía ni la filosofía disponible le sirvieron de ayuda, porque la aproximación discursiva de la filosofía a estas situaciones había sido o inexistente o radicalmente imperfecta⁵⁰; las categorías de análisis que le proporcionaban los textos, los que tenía a mano, eran incapaces de proporcionar sentido a estas situaciones de la mente; aparecían estas circunstancias, de hecho, como “figuras de lo impensable”, “caracteres indescifrables de otro mundo”. La tradición había privilegiado la sorpresa ante los poderes de la mente y había soslayado su extraordinaria y diversificada capacidad de sufrimiento, su extraordinaria vulnerabilidad.

Concreción de la finalidad de la formación

El concepto “neuroeducación”⁵¹, contiene una concreción relevante, no exclusiva, de la finalidad educativa: cultura y cuidado de nuestros cerebros, de más relevancia que la cultura y el cuidado de nuestra alimentación y, por lo menos, al mismo nivel que la cultura y el cuidado de nuestros ecosistemas. Las evidencias neurocientíficas van, como principio general, contra la creencia de que cabe la situación “ya no doy más de sí”. La plasticidad no presenta ese límite ni alimenta tal desesperanza. Lo que sí presenta son propiedades que se despliegan dentro de la historia de cada persona; con muchos incidentes; en ocasiones, apareciendo accidentes; sobre todo, mostrando que la plasticidad es compatible con la *vulnerabilidad*. También rebate la ciencia, por insostenible, la creencia por la que alguien afirma: “ya no estoy en edad”, como si la edad fuese un factor de agresión a la plasticidad, cuando, en rigor y sobre todo, lo preocupante es la pérdida de confianza y de conciencia acerca de la *plasticidad disponible*.

Rita Montalcini, Premio Nobel por sus descubrimientos de los principios activos de crecimiento de las terminales nerviosas, a los 90 años, criticaba a Simone de Beauvoir⁵² y a Norberto Bobbio⁵³ por insistir en los aspectos negativos de la ancianidad, con términos pesimistas y catastróficos. Con el barro del pesimismo W.B. Yeats elaboró un poema: “el anciano no es más que un residuo humano y un vestido hecho jirones”. Rita, desde su experiencia de investigadora excepcional del sistema nervioso, lo rebate titulado su libro crítico y ejemplar, “El as en la manga, los dones reservados a la vejez”⁵⁴. Para esta eminente neuróloga, la carta “As”, tiene dos caras: una preventiva, la otra proactiva; la cara de no vivir únicamente en los recuerdos, y la cara de hacer planes para el futuro que queda. Como recordaba Gustavo Flaubert a una novieta: leer para vivir y remediar. O como José Luis Sampedro, que estando mayor y medio ciego, publicó “*Escribir es vivir*”⁵⁵. En el “mundo sobre el papel”, entre otros, hay espacios para el más vivir de la gente, prevenciones y remedios contra la vulnerabilidad, a lo largo de toda la vida; por eso, la educación es un proceso que debe abarcar todo el arco de la vida. Cuidar nuestro cerebro es objetivo con valor biológico y cultural

⁴⁹ ZIMBARDO, PH. (2008) *El efecto Lucifer: el por qué de la maldad*. Barcelona, Paidós Ibérica.

⁵⁰ MALABOU, C. (2007) *Les nouveaux blessés. De Freud à la neurologie, penser les traumatismes contemporains*. Paris, Bayard, p.10 ss.

⁵¹ BATTRO, M.-CARDINAL, D.P. “El cerebro educado: Bases de la neuroeducación”
<http://www.marin.edu.ar/neurolab/home/p/NeuroeducaBattroCardinali.doc> (25-6-2009)

⁵² BEAUVOIR, S. (1989) *La tercera edad*. Barcelona, Edhasa.

⁵³ BOBBIO, N. (1997) *De la tercera edad*. Madrid, Taurus.

⁵⁴ MONTALCINI, R. (2003) *El as en la manga, los dones reservados a la vejez*. Barcelona, Crítica.

⁵⁵ SAMPEDRO, J.L. (2005) *Escribir es vivir*. Barcelona, Plaza y Janés.

primordial; que no siempre los valores se proponen encarnados debidamente.

Niveles en la consideración de la propiedad de la plasticidad

La propiedad de la plasticidad puede ser considerada, por lo tanto, en el nivel de la plasticidad neuronal, en el de la plasticidad comportamental y en el de la plasticidad de la experiencia, en tanto que resultado final de las interacciones entre el sujeto activo y el medio influyente: se trata de tres niveles sistémicamente integrados.

- *Cultura neurológica y discurso sobre la mente*

En el núcleo conceptual de la teoría de la formación, en la medida en que se apoya en la plasticidad del comportamiento y en los condicionamientos de éste como consecuencia discapacidades, accidentes o traumas, ha de ocurrir lo que ocurrió en el psicoanálisis. Para François Ansernet y Pierre Magistretti ya no quedan dudas, la moldeabilidad del comportamiento, especialmente la del comportamiento humano, está comprometida, de manera radical, por la plasticidad neurobiológica y las variaciones históricas de la vida psíquica⁵⁶.

Las preguntas y los métodos de la neurobiología, y las preguntas y los métodos de la Pedagogía, a primera vista, no presentan indicios de parentesco. No parecía posible encontrar, para las complejas funciones psíquicas implicadas en la educación ni para las disfunciones de que se ocupaba el psicoanálisis, la “molécula perturbadora” o el circuito alterado que las originaba en el cerebro; tampoco encontraremos, persistiendo en la búsqueda de etiología biológica para las “enfermedades del alma”⁵⁷, la “molécula salvadora”. Sin embargo, el concepto de plasticidad sugiere que algo hay de insostenible en la contraposición-oposición entre la neurobiología y las ciencias del comportamiento, por el siguiente principio general del funcionamiento del cerebro:

“(toda) experiencia deja una huella en la red neuronal, al tiempo que modifica la eficacia de transferencia de información a través de los elementos más finos del sistema”⁵⁸.

Y, a la inversa: toda lesión o cambio relevante en la red neuronal provoca modificaciones, en ocasiones alarmantes, en la experiencia vital de los seres humanos; cosa que muestran los individuos con lesiones en su sistema nervioso. En la sobriedad de la frase están concentrados dos elementos fundamentales de la teoría neuronal y de la teoría de la formación: (i) la experiencia deja huella en la estructura del cerebro, la experiencia deja surco en la orientación del comportamiento; (ii) la activación neuronal modifica el estado de disposición para nuevas activaciones, la experiencia modifica el estado de cosas en la persona respecto a nuevas experiencias. El cerebro humano y su red neuronal se encuentran en relación sistémica con los acontecimientos del dominio vital y con los sucesos en el medio interno; equivale a decir que los cambios en algún punto de la estructura de la red de neuronas –modificación en el estado de los componentes- o en la plasticidad –modificación, p.e. en los umbrales de respuesta a la excitación en las neuronas-, se traducirá en modificación de la plasticidad de las funciones mentales en las que cooperan.

“La plasticidad demuestra que la red neuronal permanece abierta al cambio y a la contingencia, modulable por el acontecimiento y las potencialidades de la experiencia, que siempre pueden modificar el estado

⁵⁶ Existe un paralelismo notable entre la exigencia de puente entre neurociencias y psicoanálisis, y la misma exigencia entre teoría de la educación y neurociencias; son campos de conocimiento esencialmente dedicados a la plasticidad de la vida psíquica. El esfuerzo para tender puentes entre las neurociencias y el psicoanálisis queda patente en el libro ANSERNET, F.-MAGISTRETTI, P. (2006) *A cada cual su cerebro. Plasticidad neuronal e inconsciente*. Buenos Aires, Katz Editores.

⁵⁷ KRISTEVA, J. (1995) *Las nuevas enfermedades del alma*. Madrid, Cátedra.

⁵⁸ ANSERNET, F.-MAGISTRETTI, P. (2006) *O.c.* p.21.

anterior...cada individuo se revela único e imprevisible, más allá de las determinaciones que implica su bagaje genético. Así pues, las leyes universales definidas por la neurobiología conducen inevitablemente a la producción de lo único”⁵⁹

Esta plasticidad argumenta a favor de la “excepción a lo universal”, juega a favor de la diversidad y de la singularidad; corrobora que la estructura neuronal contiene la propiedad de poder hacer al sujeto agente de su propia transformación; que el sistema nervioso participa en la configuración de la experiencia que cambia al sujeto, y en la dinámica de su formación. Por lo tanto, ni la etiología orgánica ni la etiología psíquica ni la etiología cultural agotan, *desde sí mismas en soledad*, la explicación del fenómeno de conformación de la mente de un ser humano. En lo que sigue, propongo catas en las neurociencias, que señalan itinerarios de estudio enriquecedores de la teoría de la educación.

Principios básicos del funcionamiento del sistema nervioso.

La primera cata la llevaré a cabo dentro de los principios generales que gobiernan la plasticidad del Sistema Nervioso. La plasticidad neuronal está regida por una serie de principios que ya puso de manifiesto la investigación de S. Ramón y Cajal, o sentó las bases para que otros los encontrasen. Todos los sistemas nerviosos están compuestos por *neuronas* que comparten el mismo diseño⁶⁰. Todas las neuronas poseen polaridad de dirección, desde las dendritas al cuerpo neuronal y, de ahí, al axón y a sus terminaciones; esto fue denominado por Cajal, *principio de polaridad dinámica*. La articulación entre unas neuronas y otras tiene lugar en la hendidura sináptica o *sinapsis*. A esta característica la llamó Cajal, *principio de especificidad de conexiones*; las células nerviosas no se comunican entre sí de manera indiscriminada, ni forman redes aleatorias, sino que lo hacen en “dianas postsinápticas concretas y siempre en sitios especializados de contacto”⁶¹. Las formas y las ramificaciones de las neuronas pueden ser diferentes; p.e. una motoneurona espinal, moderadamente ramificada, puede recibir hasta 10.000 conexiones; una neurona de Purkinge del cerebelo puede recibir hasta 150.000 contactos. La investigación sobre *la histología del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados* le valió a Ramón y Cajal el Premio Nobel, en 1906.

La corriente bioeléctrica que recorre el axón –el potencial de acción- es *universal*, la misma en todos los tipos de sistemas nerviosos de todas las especies de organismos. También es *inespecífica* respecto al contenido de la información que transmite, no cambia la señal cuando los contenidos sobre los que la mente opera cambian. Por esta característica podríamos decir que el sistema funciona bajo el *principio de inespecificidad de la señal*.

La naturaleza de la indicación o señal no cambia, lo que puede cambiar en el proceso es la frecuencia de descarga o tasa de disparo; así se codifica la intensidad de un estímulo o la intensidad, p.e., de una contracción muscular; es lo que se denomina ley o *principio de frecuencia de disparo*. La categoría de actividad en la que las indicaciones participan –acto perceptivo, acto motor, estado emocional, o acción de pensamiento...- se especifica, por su recorrido/s a través del territorio del cerebro –las zonas que se activan simultáneamente en el proceso-, por su patrón global de conectividad, por la “geografía de conexiones” y de activación simultánea de redes de neuronas. Esto explica que muchos autores acudan a la imagen de “mapas neuronales”, para referirse a los correlatos neuronales de patrones de comportamiento o a los de las funciones mentales.

⁵⁹ ANSERNET, F.-MAGISTRETTI, P. (2006) *O.c.* p.22.

⁶⁰ CHANGEUX, P. (1985) *El hombre neuronal*. Madrid, Espasa Calpe.

⁶¹ KANDEL, E.R.-JESSELL, T.M.-SCHWARTZ, T.M. (1998) *Neurociencia y conducta*. Madrid, Prentice Hall, p.26.

El diagrama de actividad general de interconexión está guiado por el código genético. La interconexión a escala más sutil lo está por patrones de actividad, lo que permite que la experiencia modele la fuerza y la pauta de las interconexiones sinápticas. A esto segundo es a lo que los neurólogos denominan, en sentido preciso “plasticidad sináptica”.

De estos principios primarios puede deducirse que no está más activo el cerebro del sabio que el del ignorante, están ocupados en tareas diferentes con consecuencias vitales diferenciadas. Para dirimir sobre calidades de funcionamiento hay que subir en los niveles organizacionales de la actividad sistémica. Tal vez podríamos situar en este nivel primario el problema del entorno estimulante mínimo para un desarrollo cerebral pleno y el problema de la sobre-estimulación: el del mínimo en el entorno de acogida y el de la sobresaturación⁶². De lo primero informa el estudio sobre las consecuencias del abandono y los malos tratos⁶³; respecto de lo segundo, A. Toffler⁶⁴ señalaba tres situaciones estimularmente abrumadoras: la guerra, la catástrofe, y el shock del futuro. Como consecuencia de la sobrecarga de actividad neuronal el cerebro se embota e incluso aprende a sentirse indefenso: *indefensión aprendida*⁶⁵.

- *Integración sistémica*

Cada neurona participa, con otras neuronas, en la formación de redes discontinuas bien definidas⁶⁶. Las neuronas en el cerebro no se encuentran distribuidas al azar, antes bien forman asambleas y coaliciones conformes con principios de organización que, poco a poco, se van descubriendo. Las modernas técnicas para el sondeo cerebral, la implantación de electrodos, y las de neuroimagen, han confirmado que el territorio cerebral está distribuido en zonas, diferenciadas por su especialización en cometidos concretos; dentro de esas regiones las neuronas intervienen en funciones muy específicas. Cuando se destruye un área concreta –como consecuencia de un accidente vascular, una apoplejía por ejemplo, o como efecto de un tumor o el de un traumatismo-, pueden derivarse, por lo tanto, *déficits muy específicos*. Estas estructuras que polarizan una función específica, contributiva para la emergencia de otra más compleja, en el mismo nivel o en otro superior, S. Zeki las llamó “nodos esenciales”. Estos nodos los investigó especialmente en el sistema de la experiencia visual⁶⁷. La existencia de estas estructuras es la que da lugar a “mapas topográficos o somatotópicos de las diferentes funciones”⁶⁸.

Se comprueba, igualmente, la existencia de una organización jerarquizada por niveles, con límites internivel no muy precisos, con abundantes vías de retorno entre niveles, de *feedback* o de retroalimentación.

⁶² GERGEN, K. (1997) *El yo saturado. Dilemas de identidad en el mundo contemporáneo*. Barcelona, Paidós Ibérica.

⁶³ GARCIA CARRASCO, J. (2007) *Leer en la cara y en el mundo*. Barcelona, Herder. Estudia en los primeros capítulos las consecuencias del abandono, en Victor del Aveyron o en Genie.

⁶⁴ TOFFLER, A. (1998) *Shock del futuro*. Barcelona, Plaza y Janés.

⁶⁵ SELIGMAN, M. (1991) *Indefensión*. Madrid, Debate.

⁶⁶ RAMON Y CAJAL, S. (1952) *¿Neuronismo o reticularismo? : las pruebas objetivas de la unidad anatómica de las células nerviosas*. Madrid, CSIC.

⁶⁷ ZEKI, S. (1995) *Una visión del cerebro*. Barcelona, Ariel. Mucha es la información sobre organización en módulos columna en la corteza cerebral. F. Valverde () *Estructura de la corteza cerebral. Organización intrínseca y análisis comparativo del neocórtex*. Rev. Neurología, 2002; 34 (8): 758-780
<http://www.neurologia.com/pdf/Web/3408/m080758.pdf> (16-11-2010)

⁶⁸ S. Hernández-Muela, F. Mulas, L. Mattos: Plasticidad neuronal funcional. Rev. De Neurología. 2004; 38 (Supl 1): S58-S68.
<http://biblioteca.ucn.edu.co/repositorio/Psicologia/Neurofisiologia/documentos/plasticidadcerebral.pdf>

Todo ello en un marco de cifras asombroso, del orden de 14×10^{11} unidades neuronales, de las cuales un 70% se encuentran localizadas en la corteza cerebral. Para aumentar la impresión de complejidad se indica que cada neurona, por ejemplo de la corteza cerebral, puede establecer contacto mediante *sinapsis* con otras mil o diez mil neuronas. Con lo que el orden de magnitud en el número de sinapsis en la corteza cerebral podría alcanzar la cifra de 10^{15} . No parece haber duda acerca de que las capacidades de generar y almacenar información compleja y de gestionarla con precisión, dependen de la cantidad de neuronas y del número de conexiones. Si se exige más al valor de estas cifras -¿para qué tantas conexiones?- la respuesta es más global que precisa: “Para sobrevivir en un mundo competitivo”⁶⁹.

“La textura particular de nuestros sentimientos, percepciones y actos se deriva en una amplia medida del hecho de que el cerebro no sea una máquina optimizada que resuelve problemas genéricos, sino una extraña aglomeración de soluciones *ad hoc* que se han ido acumulando a lo largo de millones de años de historia evolutiva”⁷⁰

Pero el diseño no es inteligente, aunque se tome como el sistema más complejo del universo o el más fascinante. En muchas ocasiones el producto de la actividad de nuestro cerebro se presentará, como lo califica D. Linden, con indicios ilógicos, extraños, insólitos, extravagantes, ineficientes, faltos de elegancia, incomprensibles, contrarios al sentido común; sentir común que el mismo cerebro posibilita. Al tiempo, es la fuente de nuestros rasgos comportamentales más fascinantes y únicos: y funciona, sorprendentemente, bien. El cerebro es quizás la estructura que mejor argumenta nuestra pertenencia al mundo de la vida.

“A nivel de los mecanismos elementales de la comunicación nerviosa, nada distingue al hombre los animales. No hay ningún neurotransmisor, ningún receptor ni canal iónico que sea propio del hombre”⁷¹

No obstante la extraordinaria complejidad de la estructura, su integración sistémica es asombrosa. Muestra la multiplicidad de sus mecanismos, cuando falla. Por ejemplo, en un proceso tan elemental, tan habitual, tan aparentemente simple como el movimiento, comprobamos su complejidad por la variedad de discapacidades motrices por lesiones en zonas cerebrales distintas: las diferentes formas de *ataxia*. Pueden tener origen genético -como la ataxia de Friedrich por alteración de genes en el cromosoma 9-, también tenerlo por lesión del cerebelo (nivel estructural más alto), el cual interviene en la coordinación de los movimientos; coopera en que nuestros movimientos sean fluidos y coordinados, como en los movimientos de los dedos del violinista virtuoso; la lesión en este nivel puede tener manifestaciones más sutiles. También pueden aparecer lesiones en la zona motora primaria de la corteza cerebral (nivel superior de la estructura), donde se almacenan los patrones de movimiento complejos automatizados, y donde se armonizan los movimientos voluntarios; en este caso la discapacidad en el movimiento se asemeja a la de los sujetos que padecen la enfermedad de Parkinson.

La neurociencia se abrió a la plasticidad por los años de 1960, con las investigaciones de laboratorio del equipo de Marion Diamond⁷². A partir de ahí, se iniciaron las investigaciones que comprobaron que el cerebro adulto tenía más plasticidad de la que se había imaginado; siendo el proceso en cierta medida *reversible*. La plasticidad y la reversibilidad, contienen implícitamente, la vulnerabilidad y

⁶⁹ A. Ferrús: *¿Para qué tantas sinapsis?* REVISIONES EN NEUROCIENCIA., <http://digital.csic.es/bitstream/10261/8610/2/Ferrus%2c%20A%20Rev%20Neurol.pdf>. (5-11-2010).

⁷⁰ LINDEN, D. (2010) *El cerebro accidental. La evolución de la mente y el origen de los sentimientos*. Barcelona, Paidós, p.17. Para hacer el seguimiento de las reacciones de los lectores de este libro, ver: <http://accidentalmind.org/> (10-3-2010).

⁷¹ CHANGEUX, J-P. (1985) *El hombre neuronal*. Madrid, Espasa Calpe, p. 118.

⁷² DIAMOND, M.C.- SCHEIBEL, A.B.- ELSON, L.M. (1996) *El cerebro humano: libro de trabajo*. Barcelona, Ariel.

la resiliencia. Algunos sacaron una consecuencia excesiva, la de que a través de un entorno enriquecido podría aumentarse, sin límite, la plasticidad de la mente de los seres humanos y la posibilidad de un proceso educativo basado en una “tecnología de la neurociencia”. Más bien, lo que demostraban los datos era la vulneración potencial de un entorno limitante; períodos críticos para la adquisición del lenguaje, consecuencias desastrosas originadas por carencias en la acogida o por situaciones de malos tratos en la infancia. Lo que, sobre todo, se ha comprobado es el perjuicio de un entorno miserable, especialmente en cuanto a calidades de acogida. Antes del parto, por la malnutrición y el estrés de la madre; después, por el mal trato y el abandono de los cuidados; siempre, por la vulneración planificada; como, también, la extraordinaria capacidad de resiliencia, argumentando el principio general: todos, siempre, tienen margen para dar de sí⁷³

Habría de completarse la visión de la plasticidad estructural, desde el conocimiento de la actividad bioquímica del sistema, desde la dinámica de sus numerosos neurotransmisores⁷⁴. Estos procesos reflejan un *aspecto cualitativo de la actividad neuronal*. Aunque el potencial de acción tenga el carácter de todo o nada, el que éste se desencadene depende, finalmente de complejos procesos bioquímicos integrados, tanto de carácter excitatorio como inhibitorio. Esos procesos se ven afectados por la frecuencia de disparo, y esta depende de la intensidad del estímulo que desencadenó inicialmente el proceso. Ansermet y Magistretti, resumen así la perspectiva:

“Si una sinapsis es el sitio de la transferencia de información entre las neuronas, dicha transferencia nunca es de naturaleza binaria ni de intensidad constante; por el contrario, es altamente modulable. La investigación experimental reveló una regulación en tres etapas: la primera se sitúa en la zona presináptica y las otras dos en la zona postsináptica”⁷⁵

La plasticidad sináptica y, por lo mismo, la actividad del Sistema nervioso, se ve afectada por la acción de *neuromoduladores* y *hormonas*. Todo parece indicar que el fortalecimiento de una conducta –el mantenimiento de la motivación para realizarla, el placer por consumirla– depende de las secreciones de *neuromoduladores* en toda la región donde se están produciendo cambios sinápticos.

“Los neuromoduladores son sustancias endógenas, productos del metabolismo, que sin ser acumuladas y liberadas por terminales nerviosas actúan (i) presinápticamente, modulando la síntesis y/o liberación de un neurotransmisor; (ii) postsinápticamente, modificando la unión del ligando a su receptor; (iii) influyendo en los mecanismos de transducción del receptor involucrado, y/o (iv) a través de receptores propios, con afinidad y características equivalentes a las de los neurotransmisores clásicos.”⁷⁶

Además de la plasticidad intrínseca del sistema se da otra asociada a la experiencia, la cual supone atender a niveles superiores de organización cerebral.

La plasticidad sináptica mediada por la experiencia

El diseño biológico de la neurona no sólo se muestra en la actividad de *transmisión*, también en la capacidad de *inscripción* de la actividad realizada por el sistema, dejando *huella*. Esta huella, en lo fundamental, consiste en modificar la eficacia, inhibitoria o transmisora de sus mecanismos más

⁷³ DOIDGE, N. (2008) *El cerebro se cambia a sí mismo*. Madrid, Aguilar. De este libro dijo O. Sacks: “ Un esperanzador y extraordinario retrato de la incalculable permeabilidad del cerebro humano”

⁷⁴ http://www.biopsicologia.net/fichas/page_8.html. (17-11-2010)

⁷⁵ ANSERNET, F.-MAGISTRETTI, P. (2006) *A cada cual su cerebro. Plasticidad neuronal e inconsciente*. Buenos Aires, Katz Editores, p.44.

⁷⁶ M. Herrera-Marschitz: *Neuromoduladores y transducción celular*. <http://www.ceni.cl/docencia2008/Tema10MH-Marschitz.pdf>. (17-11-2010)

finos; la huella se cifra, pues, en forma de cambio de estado neuronal que permanece en el tiempo. Comprobamos que los mapas de actividad en el cerebro no sirven sólo para representar el objeto considerado, o para guiar los patrones de actividad sobre el objeto, sino que también se emplean para conservar *esquemas* de representación y *patrones* de acción, los cuales podrán ser recuperados posteriormente, facilitando la comprensión de nuevas situaciones o facilitando la acción en nuevos escenarios. Los mecanismos neuronales primarios de estos procesos fueron descubiertos por Donald Hebb⁷⁷. De nuevo encontramos la plasticidad. Podríamos hablar de *plasticidad funcional de la neurona dependiente de la experiencia*.

La experiencia induce un proceso de reinscripción continuada y plástica. Cada experiencia genera una geometría dinámica particular de interacciones flexibles y plásticas, conformada por una complejísima red de interacciones dentro del cerebro. En esa red, *no todos los acontecimientos adquieren el mismo valor biológico*. Unos quedan en incidencias, otros cambian su valor por coincidencias con otros acontecimientos; otros, finalmente constituyen contingencias, cataclismos, terremotos y actividad volcánica, como los traumas psíquicos.

De transcripción en transcripción, de geometría en geometría de interconexiones, de bucle en bucle y de retroalimentación en retroalimentación, la experiencia sensorial se va alejando de los niveles primarios, para adquirir la condición de *experiencia psíquica*, de experiencia subjetiva, personal, identitaria, sólo transferible, de manera muy parcial en la comunicación.

En el caso de los seres humanos, buena parte de la actividad de la mente transcurre en ausencia de referentes sensoriales, con la periferia sensorial y la motriz en estado de *actividad suspendida*. Las redes neuronales están operando sin mediación de estímulo externo alguno, “en ausencia de estímulo”. Esta capacidad de suspensión, que posibilita la plasticidad neuronal de los cerebros humanos, este *pensar en ausencia* de estímulos, constituye la propiedad esencial de la mente de los seres humanos; la *imaginación* se instituye en una nueva fuente de la vida psíquica plástica.

- *Niveles organizacionales de la plasticidad*

Entre la plasticidad intrínseca de las sinapsis y la plasticidad neuronal derivada de la experiencia, se sitúan diferentes niveles estructurales y de organización. Vygotsky señaló funciones mentales naturales o elementales, establecidas evolutivamente y funciones mentales superiores vinculadas a procesos de internalización cultural o aprendizaje, en la zona de desarrollo potencial⁷⁸. A. Rivière⁷⁹, investigando las competencias lingüísticas, planteó cuatro niveles de operaciones asociadas a otros tantos niveles de organización del sistema neuronal, desarrollando lo que se ha denominado Agenda Post-Vigostkyana⁸⁰. *El primero*, mecanismos y funciones inconscientes, los procesos son automáticos y enormemente eficientes. Están prescritas por el genoma y de él dependen; la extensión de la función dentro de su dominio se llevará a cabo por la maduración del cerebro. Un ejemplo: *la constancia de brillo* en la visión. Poseer órgano visual y capacidad de visión no es competencia específicamente humana; la modalidad de actuación de la función sí lo es. Por

⁷⁷ HEBB, D. (1980) *Psicología*. México, Ed. Interamericana.

⁷⁸ VYGOTSKI, L.S. (1996) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, p. 66.

⁷⁹ RIVIERE, A. (2003) *Desarrollo y Educación: el papel de la educación en el “diseño” del desarrollo humano*. En “Obras escogidas”, Vol.III. “Metarrepresentación y Semiosis”. Madrid, Editorial Médica Panamericana, pp. 203-243.

⁸⁰ BAQUERO, R. (2001) *Angel Rivière y la Agenda Post-Vigostkyana de la Psicología del Desarrollo*. En ROSAS, R.: *La mente reconsiderada*. Santiago de Chile.

ejemplo, la visión del ganado vacuno difiere del modo de visión de los humanos⁸¹. E. Kandel, estudiando el caracol gigante aplisia, encuentra las tres formas más simples de aprendizaje: la habituación, la sensibilización y el condicionamiento clásico⁸². En la lista podrían inscribirse, formas elementales de intencionalidad, de discriminación, de atención, de memoria, de control de la motricidad, de aprendizaje, de motivación.

En un segundo nivel de mayor elaboración, las funciones tienen carácter innato, pero la dependencia genética es indirecta; está fuertemente condicionada por la maduración del cerebro y por la experiencia: Los mamíferos poseen sistemas cognitivos que les permiten establecer conexiones causales, extrapolaciones de movimientos, relaciones semióticas para practicar la defensa y el ataque, vínculos emocionalmente establecidos con las crías, expresiones emocionales como la amenaza y o la sumisión, predicciones en los acontecimientos. Ejemplo: la *permanencia de objeto*; sin ella, muchas de las programaciones de conducta, en muchas especies animales, no podrían consumarse. Tampoco estas funciones son específicamente humanas, aunque la modalidad de actuación, en nosotros, sí lo sea.

En un tercer nivel se dan aspectos innatos de formación de la estructura y aspectos de activación de la función que son culturalmente dependientes. Chomsky lo señala expresamente al distinguir entre competencia y actuación en el lenguaje. El condicionamiento genético, la maduración de los órganos del lenguaje y el desarrollo cerebral, dan forma a la competencia lingüística; la interacción en comunidades de hablantes, habilitan la actuación lingüística en una lengua particular. Los dos elementos son imprescindibles; con el primero, sin el segundo, queda inactiva la función. El genoma posibilita la función, pero no la determina. A. Rivière lo subraya: "las funciones de tipo tres sólo se dan en contextos interactivos muy especiales"⁸³: una estructura social de acogida no condicionada, cementada por la implicación especial del sistema emocional; aquí se generan funciones vinculativas, funciones expresivas y funciones valorativas en las relaciones interhumanas⁸⁴. El sistema de valores se construye en los humanos desde valores biológicos y desde diferenciales de valoración emocional. Los patrones de interacción forman parte del etograma de la especie humana⁸⁵; pueden ser intencionalmente conscientes y ser reflexionados; pero están fundamentados con muchos patrones instintivos de fondo. Ejemplo: los procesos de *comprensión del discurso oral* y el escenario comportamental del apego afectivo entre la madre y la cría humana; allí se activan funciones y se desarrollan experiencias constructivas duales, integradas de cognición y emoción. En los mecanismos del apego, quedan implicados tanto estructuras de lóbulos frontales que planifican actividad, como estructuras subcorticales límbicas que aportan patrones emocionales de desencadenamiento espontáneo. La condición propiamente humana se alcanza en la calidad de la interacción humana.

"...es importante tener en cuenta que lo que asegura la estabilidad básica del sistema cognitivo como especie son las funciones que no son específicas de la especie y que no son susceptibles de influencia cultural"⁸⁶

⁸¹ Temple Grandin (2000): "*Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas*".

<http://www.grandin.com/spanish/principios.comportamiento.html>. (2-12-2010)

⁸² KANDEL, E. (2007) *En busca de la memoria. El nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Buenos Aires, Katz Editores, cap. 20.

⁸³ RIVIERE, A. (2003) *Desarrollo y Educación*, O.c., p.215.

⁸⁴ CASTILLA DEL PINO, C. (2000) *Teoría de los sentimientos*. Tusquets, Barcelona.

⁸⁵ EIBL-EIBESFELDT, I. (1993) *Biología del comportamiento humano. Manual de etología humana*. Madrid, Alianza.

⁸⁶ RIVIERE, A. (2003) *Desarrollo y Educación*. O.c., p.217.

Estos planteamientos tienen una consecuencia teórica: en este nivel *se instituye* la denominada educación informal y *se explica* antropológicamente; su propiedad más relevante no es la carencia de planificación; su propiedad fundamental es su anclaje en el etograma humano y su valor biológico. Estas funciones se perfeccionan dentro de contexto: a nadar, nadando; a criar, criando; a amar amando; a actuar, imitando.

En el nivel cuarto, Angel Rivière hace, en este punto una afirmación sorprendente.

“No, las funciones de tipo 4 no humanizan, hacen otra cosa: hacen cultura o aculturación, y además estructuran formalmente, pero las que humanizan son las de tipo 3”.

Nosotros añadiríamos que, de hecho, las funciones de tipo 4, sin más, son ambiguas respecto al valor biológico de humanización⁸⁷. Requieren del contraste con un sistema de valores racionalmente elaborado, desde el que juzgar su sostenibilidad o su insostenibilidad. Ese sistema de valores ha de fundamentarse y respetar el valor biológico de humanización; ese es el motivo por el que el sistema de valores ha de estipular, para cualquier nacimiento, acogida incondicional. Las funciones de tipo 4 son muy sensibles a modalidades específicas de interacción y requieren de diseños de acción especializados e intencionalmente planificados para la entrada en contacto con las tramas culturales: con los artefactos culturales, con los discursos, con imaginarios específicos, con los escenarios y con las prácticas culturales. De estas funciones proceden las prácticas escolares, en tanto que prácticas de planificación pedagógica de aprendizajes, las habilidades de pensamiento sistemático sobre un tema, con el apoyo de la memoria externa cifrada en borradores y documentos⁸⁸.

Arquitectura en el sistema emocional

Interés especial tiene para los educadores profundizar en la biología del sistema emocional o de la afectividad. En este estudio, estudio, merecería atención especial la problemática del denominado espectro autista⁸⁹, porque muestra la complejidad funcional de este sistema, perentoriamente importante en el trabajo de la formación. La neurociencia contemporánea, cada vez confirma más el papel de las emociones en el correcto funcionamiento de la mente, al tiempo que adjudica mayor amplitud a los dominios de los circuitos implicados en los diferentes estados emocionales.

“Las emociones (a diferencia de los estados de ánimo) aparecen en respuesta a lo que ocurre en el mundo y sirven para que nuestros cerebros centren su atención en la información fundamental, desde la amenaza de sufrir daño físico hasta las oportunidades sociales. Las emociones nos motivan a adaptar nuestra conducta para conseguir aquello que deseamos y evitar aquello que tememos”⁹⁰

Fueron esas funciones de las emociones, adaptativamente ventajosas, extremadamente útiles, “lo que ha guiado la evolución de nuestro cerebro”⁹¹. Puede considerarse un hito en este campo la magnífica síntesis publicada por P. LeDoux⁹², bajo el título de “El cerebro emocional”; proporcionaba fundamento neurológico a la descripción de la “inteligencia emocional” propuesta

⁸⁷ FREUD, S. (1986) *El malestar de la cultura y otros ensayos*. Madrid, Alianza.

⁸⁸ OLSON, D.R. (1998) *El mundo sobre el papel. El impacto de la escritura y la lectura en la estructura del conocimiento*. Gedisa, Barcelona; GOODY, J. (1990) *La lógica de la escritura y la organización de la sociedad*. Alianza, Madrid.

⁸⁹ RIVIÈRE, A. (2010) *Autismo. Orientaciones para la intervención educativa*. Madrid, Trotta; FRITH, U. (1998) *Autismo*. Madrid, Alianza; HOBSON, P. (1995) *El autismo y el desarrollo de la mente*. Madrid, Alianza.

⁹⁰ AAMODT, S.-WANG, S. (2008) *Entra en tu cerebro*. Barcelona, E. B., p.171

⁹¹ CARLSON, N.R. (2007) *Fisiología de la conducta*. Madrid, Pearson-Addison Wesley, p. 378.

⁹² LEDOUX, J. (1999) *El cerebro emocional*. Barcelona, Ariel.

por D. Goleman⁹³. Hoy, se reconoce la contribución de la amígdala a lo que suelo denominar *conformación dual de la experiencia* cognitivo-emotiva. Los sucesos quedan reflejados en la memoria implícita, como sucesos *notados* y *valorados*, como sucesos reconocidos y marcados emocionalmente. El *hipotálamo* y las secreciones hormonales asociadas a su actividad, aparecen en el sistema emocional, cuando se analiza la expresión emocional; se ha comprobado un papel importante de esta estructura en los estados clínicos de estrés y depresión. A. Damasio comprobó la implicación de los lóbulos frontales en la gestión de la vida emocional, especialmente en los estudios sobre el llamado *síndrome frontal*⁹⁴. Más adelante veremos cómo los mecanismos de los estados emocionales afectan al funcionamiento de la memoria a largo plazo. Podríamos decir, entonces, que la marca indeleble del recuerdo, no se debe ya sólo a procesos sinápticos, sino que también implica procesos que modifican la estructura de las conexiones⁹⁵. Podemos distinguir entonces entre sucesos emocionales y predisposiciones emocionales; los primeros aluden a sucesos transitorios y las segundas a sensibilidades y orientaciones dinámicas en la actividad de los sistemas neuronales implicados.

Los *estados emocionales*, apreciables en las narrativas que los describen, se presentan en forma de *espectro de variación* dentro de una categoría; p.e. la ansiedad, incluye el eustrés, la inquietud, la tensión que concentra la atención, la angustia y, en el otro extremo, las fobias⁹⁶, pudiendo estar implicada en el síndrome bipolar. Los estados emocionales presentan *polaridad*, p.e., la de la alegría y la tristeza; y *valencia*, o resultancia de vivencia agradable o desagradable, vivencia como situación constructiva o destructiva⁹⁷. Los estados emocionales se presentan formando *tramas* que reúnen diferentes facies del estado emocional individualmente considerado; la trama está formada principalmente por el elemento perceptivo, la representación subjetiva de la situación inductora, las alteraciones orgánicas, la activación del patrón de respuesta, el estado de conciencia, la apreciación-valoración, y las configuraciones corporales que la expresan⁹⁸. La combinación sistémica de todos esos elementos observables se traduce en un panorama de innumerables estados emocionales, identificados como emociones categorialmente diferentes por el sujeto.

La cultura occidental mantuvo disgregada la cognición de la emoción, durante siglos; en la actualidad, cada vez está más argumentado y corroborado el criterio acerca de los

“inesperados orígenes comunes para las capacidades mentales más elevadas: la inteligencia, el sentido de la moralidad y del sí mismo.(...) Así es, las emociones, y no la estimulación cognitiva, constituyen los cimientos de la arquitectura mental primaria”⁹⁹

“Nuestras observaciones evolutivas indican,...que posiblemente el papel más decisivo de las emociones consiste en crear, organizar y coordinar muchas de las más importantes funciones cerebrales...por inverosímil que parezcan estos supuestos, las emociones son, ciertamente, los artífices de una gama de operaciones cognitivas a lo largo de todo el ciclo vital”¹⁰⁰

⁹³ GOLEMAN, D. (2000) *Inteligencia emocional*. Barcelona, Kairós.

⁹⁴ Esperanza Bausela Herreras (2008) Síndrome Frontal: Sintomatología y Subtipos. Revista Electrónica de psicología científica.com.
<http://www.psicologiacientifica.com/bv/psicologia-382-1-sindrome-frontal-sintomatologia-y-subtipos.html>. (8-6-2011)

⁹⁵ KANDEL, E. (2007) *En busca de la memoria. El nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Buenos Aires, Katz Editores, cap. 19. “Diálogo entre los genes y las sinapsis”. Pp. 305 y ss.

⁹⁶ VARELA, P. (2002) *Ansiosa mente. Claves para conocer y desafiar la ansiedad*. Madrid, La esfera libros.

⁹⁷ GOLEMAN, D. (2003) *Emociones destructivas. Cómo entenderlas y superarlas*. Barcelan, Kairós.

⁹⁸ ASENSIO, J.M.-GARCIA CARRASCO, J.-NUÑEZ CUBERO, J.L.-LARROSA, J. (2006) *La vida emocional. Las emociones y la formación de la identidad humana*. Barcelona, Ariel, especialmente el cap. 7.

⁹⁹ GREENSPAN, S. I.-LIEFF BENDERLY, B. (1998) *El crecimiento de la mente y los ambiguos orígenes de la inteligencia*. Barcelona, Paidós, p. 15..

¹⁰⁰ GREENSPAN, S. I.-LIEFF BENDERLY, B. (1998) *El crecimiento de la mente*, O.c.,p. 22.

La última cata que presentaremos en este trabajo hará referencia a una estructura neuronal que algunos autores consideran la más importante nota distintiva de la mente humana respecto a la mente animal: *la memoria de trabajo*, que tanta importancia tiene en las prácticas culturales formativas.

Valor biológico de la función mnésica

La memoria es la función con la que la mente cementa el transcurso de nuestras experiencias; al memorizar hilvanamos nuestra historia. La figura que reconocemos como nuestra identidad personal es un mosaico construido con lo que sentimos, con lo que aprendemos y con lo que recordamos. En los seres humanos, la memoria no es sólo función elemental, ni dispositivo general; muestra mecanismos y propiedades en todos los niveles de actividad de la arquitectura mental, lo que significa que las grandes funciones mentales presentan una arquitectura ensamblada de múltiples mecanismos, de procedencia evolutiva con diferente antigüedad. En la base, encontramos mecanismos de almacenamiento de primer nivel y en la cúspide encontramos mecanismos psicológicos superiores para la elaboración de huellas experienciales.

Todo lo que hacemos y decimos, depende de la memoria; el sistema mnésico responde “con notable competencia a la asombrosa variedad de solicitudes que recae sobre ella”

“ningún sistema mnésico que produjera sistemáticamente crasos errores de apreciación habría conseguido perdurar a lo largo de generaciones”¹⁰¹, superando los rigores de la evolución.

No es una facultad indivisible, es un sistema que integra, en sucesivos niveles de complejidad, multitud de mecanismos y procesos, diferentes y dissociables. Cada uno de los procesos del sistema y sus propiedades depende de la actividad de redes neuronales específicas, con funciones especializadas. Constituyen el recurso fundamental para: retener información, integrar recursos mentales, reconocer objetos y situaciones, almacenar conceptos y acontecimientos, obrar con discernimiento y gozar de vida afectiva, adquirir hábitos, realizar sin esfuerzo secuencias complejas de actividad, elaborar significado, confeccionar sentido y contribuir a proyectar, tener consciencia de vivir y de haber vivido. En la actividad mental nunca se separa el proceso de comprensión del acontecimiento, de las huellas que dejaron otros acontecimientos del pasado.

En el primer nivel del sistema mnémico, juega el principio, comentado en el apartado anterior, de que todos los procesos mentales se fundamentan en mecanismos biológicos. En este nivel, los mecanismos primarios de la *memoria a corto plazo*, consisten en reforzar y cambiar las propiedades funcionales de las sinapsis; podríamos decir que unilateralmente, en la zona presináptica. En el inicio de la respuesta a corto plazo a un estímulo, la zona presináptica de la neurona sensorial libera neurotransmisor; si la estimulación continua, en la fase de *sensibilización* a corto plazo, como recordando las experiencias anteriores, libera más cantidad de neurotransmisor. El cambio funcional ocasionado por este aumento de neurotransmisor en la sinapsis, *memorización*, puede durar unos minutos. El principal neurotransmisor excitatorio es el glutamato. En la memorización y el aprendizaje de los organismos intervienen, dentro de esta modalidad de corto plazo, además de circuitos neurales *mediadores* del proceso –neuronas receptoras o sensoriales y neuronas efectoras-, circuitos *moduladores*. Las neuronas moduladoras tienen terminales en las neuronas sensoriales, interviniendo así en el ajuste, refinamiento y modulación de la tenacidad de las conexiones: *proceso de memorización*; aquí el neurotransmisor principal es la serotonina. A estos procesos de reforzamiento funcional de las sinapsis se suman el AMP cíclico (*Adenosín monofosfato*) y la

¹⁰¹ SCHACTER, D.L. (1999) *En busca de la memoria. El cerebro, la mente y el pasado*. Barcelona, Ed. B.S.A., p.16.

proteína quinasa-A, los cuales tercián en el proceso regulando la liberación de mayor cantidad de neurotransmisor.

La repetición e insistencia del estímulo, el aumento en la estimulación-activación de la neurona y el consiguiente aumento de secreción de neurotransmisor en la sinapsis, aumenta la concentración de AMP cíclico; esto provoca un desplazamiento de la proteína quinasa-A y de la enzima MAP-quinasa hacia el núcleo de la neurona; ya en el núcleo, la quinasa A activa la proteína CREB-1 y la MAP-quinasa inhibe la acción de la CREB-2 que impediría el proceso siguiente. La activación de la CREB-1, al ser proteína reguladora de la expresión genética, produce la activación de determinados genes; estos genes inducen procesos que modifican la función y la estructura de la neurona, incluso generando nuevas ramificaciones sinápticas. La transformación de la estructura modifica la función de memorización, pasando la huella desde la permanencia de corto plazo a la permanencia o *memorización de largo plazo*.

La observación de los procesos dependientes de la insistencia de estímulo alimentan en E. Kandel un convencimiento:

“De esta suerte, pese a todas las enseñanzas acerca de que los genes del cerebro gobiernan nuestro comportamiento y son los dueños absolutos de nuestro destino, esos experimentos demostraban que en el cerebro humano y en las bacterias por igual los genes también son servidores del medio ambiente. Los acontecimientos del medio son su guía”¹⁰²

Debemos retener este punto del acontecimiento como guía, Vigotsky habría leído encantado el informe de E. Kandel. Estos procesos constituyen los mecanismos primarios para la valoración de la importancia vital de diferentes categorías de experiencias; dentro de ellos tiene lugar, en la historia de la evolución, la expansión de la memoria implícita. El deterioro de estos mecanismos provoca, por ejemplo, la pérdida de memoria relacionada con la edad. Estos mecanismos son evolutivamente muy antiguos, los encontramos idénticos en especies animales, como la mosca de la fruta, o el caracol *Aplysia*; constituyen, según E. Kandel, la biología molecular de “*procesos mentales elementales*”. Entre esos procesos se encuentran los de sensibilización, habituación-deshabitación y reforzamiento; el centro del comportamiento donde han sido investigados era el sistema motor. El nivel de procesos podría asimilarse al de los reflejos de Pavlov.

Por esta razón, daños estructurales en el cerebro –consecuencia de traumatismos, accidentes vasculares, tumores, o enfermedades degenerativas- pueden deteriorar diferentes funciones mentales que regulan facetas diferentes de la coordinación del comportamiento. De hecho, el crecimiento de la expectativa de vida y la prolongación de la edad, han aumentado los casos de deterioro senil benigno, con perturbaciones de la memoria. Los hechos tienen que ver con la pérdida en el hipocampo de sinápsis liberadoras de *dopamina*. La actividad de este neurotransmisor es importante, porque facilita la función de traslado de las experiencias desde el centro de elaboración, la memoria de trabajo, a la memoria a largo plazo; también desde el hipocampo se modula la atención en el caso de la memoria espacial: los aspectos del olvido frecuente y la desorientación

¹⁰² KANDEL, E. (2007) *En busca de la memoria*. P. 308.

espacial suelen acompañar al deterioro senil y a determinadas lesiones en el hipocampo.

Si esto es verdad, vale el principio de que una alteración en los mecanismos bioquímicos, nivel primario -p.e., fallos en la recaptación del neurotransmisor serotonina-, inducirá alteraciones en funciones mentales superiores, como acontece en los cuadros obsesivos-compulsivos. Es posible reducir el síndrome atacando el proceso bioquímico que se encuentra en el fondo, inhibiendo la recaptación de la serotonina, mediante recursos farmacológicos; p.e., el tratamiento con sales de litio. Pero, podemos igualmente mejorar el cuadro obsesivo-compulsivo, mediante psicoterapia, comprobándose que, también en este caso, tiene lugar la inhibición de la recaptación de esa sustancia. Desde abajo y desde arriba se puede revertir el incremento de la actividad metabólica en el núcleo caudado, donde se reducía el nivel de serotonina, dando lugar al síndrome. Que hay, en general, posibilidad de intervención desde arriba o por abajo es la mejor prueba del carácter sistémico de la arquitectura. Bajo este principio, muchos aspectos de nivel primario en el desarrollo infantil y en la relación paterno-filial pueden estudiarse en modelos animales.

Por encima de este nivel aparecen otros¹⁰³, que no podemos aquí desmenuzar. La recepción de la información no es pasiva, aunque se habla de huella, sino que el indicio o indicación neural que llega es acogido dentro de estructuras, cuya organización funciona como si estuviera a la expectativa; expectativas que son plásticas y que, por lo tanto, se modifican en función de la experiencia.

“El cerebro no se limita a aceptar los datos brutos que recibe a través de los sentidos y reproducirlos. Por el contrario cada sistema sensorial primero los analiza y deconstruye, y luego reconstruye la información bruta que le llega conforme con sus propias reglas y conexiones...los sistemas sensoriales son generadores de hipótesis”¹⁰⁴

Existe un amplio consenso en la existencia de *mapas cognitivos* con plasticidad, a partir de los cuales las mentes de los organismos concluyen una imagen con sentido del objeto de su consideración.

La memoria de trabajo de una mente humana. Funciones mnésicas superiores

Para M. Martín-Loeches¹⁰⁵, “el gran salto” de la especie *Homo sapiens* pudo estar en la transformación de la *memoria operativa*, en la aparición de nuevos mecanismos en la *memoria de trabajo*, en el aumento de la capacidad operativa de la memoria de corto plazo. Se le reconoce, hoy, una relación fundamental con la inteligencia general, caracterizándose por la cantidad de operaciones que en ella se llevan a cabo de manera simultánea; esta amplitud de la memoria de trabajo es un predictor excelente de habilidades cognitivas.

En la *memoria de trabajo* el organismo extrae *lo que le interesa*; a esa mesa de operaciones llegan las *entradas precategoriales* procedentes de la corriente de percepciones sensoriales; sobre esa mesa, las propiedades del entorno adquieren la condición de indicios y señales para la reflexión y la

¹⁰³ En una obra de próxima aparición, R. Canal y yo mismo, desarrollamos la descripción de diferentes niveles en la arquitectura de la memoria.

¹⁰⁴ KANDEL, E. (2007) *En busca de la memoria*. P. 350.

¹⁰⁵ MARTIN-LOECHES, m. (2008) *La mente del “Homo sapiens”*. *El cerebro y la evolución humana*. Madrid, SantillanaEdiciones Generales, p.31.

abstracción, en ella inicia el proceso de adjudicación de significado y de relevancia, allí convergen entradas de información altamente elaborada procedente de la memoria de largo plazo, lo que es atraído como pertinente para la ocasión. Se le queda corta la metáfora de almacén, porque es memoria trabajando al servicio de la cognición compleja¹⁰⁶; nosotros diríamos al servicio del entendimiento y la comprensión del mundo y de la vida, instante por instante

La justificación neurológica de esta función la proporcionan pacientes con daños cerebrales que les imposibilitan el traslado a la memoria de largo plazo. Pueden mantener la memoria necesaria para ejecutar un proceso, mientras lo realizan; por ejemplo, mantener una conversación; pero no recordarán, después, que la han realizado ni con quien.

Lo curioso de este sistema mnésico fundamental es que tiene una *capacidad limitada* de trabajo simultáneo con ítems diferentes. Suele referirse el trabajo de Miller y la cifra de 7 ± 2 ¹⁰⁷. El segundo rasgo que resaltaríamos es el de que su contenido es temporalmente efímero, si deja de trabajar en él, lo pierde; *salvo que lo repase*. El tercero es su condicionamiento respecto a lo que en cada momento esté presente en la conciencia. El cuarto que resaltamos es el de ser imprescindible para el encendido de operaciones mentales superiores: como el cálculo mental, la deducción o la predicción, el trazado del argumento y de la narración, el entendimiento del lenguaje y el alimento de la toma de decisiones. Por lo tanto, goza de una extraordinaria plasticidad operativa.

- *Los mecanismos del sistema Memoria de Trabajo*

De entrada, nadie admite ya que se trate de un sistema unitario, como el concepto antiguo de facultad. Más bien, se encuentra asumida la activación simultánea de infinidad de mecanismos. Alan Baddley¹⁰⁸ considera que la memoria de trabajo no sólo almacena, sino que elabora; es la mesa donde llevamos a cabo las actividades complejas de razonamiento, de aprendizaje y de comprensión. Diríamos que contiene el gerundio de los verbos que indican esas funciones: el proceso del *atendiendo* en tiempo real, la *dilación del razonando*, la del *aprendiendo*, la del *comprendiendo*: es el sistema que instituye propiamente el espacio mental en el que tienen lugar las funciones mentales, mientras se están llevando a cabo. Su función más genuina es la de mantenernos orientados en el espacio y en el tiempo, mientras actuamos.

El modelo general propuesto por A. Baddeley, lo recogen muchos autores, se ha respetado con matices durante los últimos 30 años. Los cuatro componentes fundamentales son los siguientes. Un *bucle fonológico*, especializado en mantener elementos acústicos y fonológicos relacionados con el habla; y un mecanismo de *repaso articulatorio*, del que dan indicio la codificación subverbal que

¹⁰⁶ RUIZ-VARGAS, J.M. (2010) *Manual de psicología de la memoria*. Madrid, Síntesis, p. 145.

¹⁰⁷ De la importancia del límite de la memoria de trabajo en los momentos fundacionales del programa cognitivista, da cuenta GARDNER, H. (1988) *La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva*. Barcelona, Paidós, pp. 106 y ss.

¹⁰⁸ BADDLEY, A.-EISENCK, M.W.-ANDERSON, M.C. (2010) *Memoria*. Madrid, Alianza Editorial.

acompaña frecuentemente a la acción y al pensamiento. Tanto Vigotsky como Luria, dieron mucha importancia a estas observaciones en el comportamiento infantil; es muy posible que se encuentre implicado en la comprensión y aplicación de las reglas gramaticales y en el aprendizaje de la lectura. Una *agenda visoespacial*, la cual integra al menos dos tipos de mecanismos: los que se refieren y operan sobre el *qué de los objetos*, y mecanismos referidos al *dónde de los objetos*; parece menos vulnerable y frágil el primero que el segundo. La experiencia subjetiva muestra diferencias individuales respecto a la *viveza* de las representaciones visoespaciales; en ocasiones se demuestra que los sujetos confunden la experiencia subjetiva con la exactitud del recuerdo, lo que les lleva a error. Parece más bien que la viveza es fruto del modo en el que el sujeto decide categorizar la experiencia subjetiva. Y un *sistema ejecutivo central*, un sistema *controlador de atención*, más que un sistema de almacenamiento. Aquí también se proponen dos subcomponentes. El primero aporta controles atencionales automáticos fundados en hábitos de vigilancia y enfoque, y un segundo *sistema atencional supervisor*, para cuando los automatismos aprendidos no son efectivos y hay que buscar soluciones alternativas. Lo habitual en la literatura es situar de manera preferente las funciones de control en el lóbulo frontal. A. Baddeley asigna al subsistema ejecutivo, al menos, cuatro competencias básicas: focalizar la atención, dividir la atención, cambiar el foco de atención, gestionar el vínculo de la memoria de trabajo con la memoria a largo plazo.

El *retén episódico* se introdujo, según A. Baddeley, al no disponer de un mecanismo que explicara el bucle de conexión con la memoria a largo plazo, demostrándose que su aportación a la mesa de trabajo era importante y, muchas veces, decisiva. Concretamente, el retén episódico proporcionaría el espacio de almacenamiento a corto plazo para la configuración de la viveza de las imágenes, para los indicios de familiaridad en la percepción de un escenario.

“Se supone que el retén episódico es un sistema de almacenamiento capaz de mantener cuatro bloques de información en código multidimensional”¹⁰⁹

En un breve párrafo, al concluir la descripción del modelo, hace A. Baddeley una referencia a la emoción. Afirma que, lo último, la innovación que se insinúa para el futuro del modelo es que, probablemente, se tenga que aceptar el papel de mecanismos emocionales dentro del retén episódico¹¹⁰. Este es el problema del cognitivismo, no sabe qué hacer con la emoción. Sin embargo, no es problema para la neurociencia. Para J. LeDoux no hay duda, la reacción emocional condicionada de miedo se recuerda en el condicionamiento, cuando vuelve a presentarse el estímulo. Muchas veces, ni siquiera la terapia es capaz de borrar el recuerdo que vincula el miedo a la aparición de los estímulos. Este un fenómeno claramente observable en las neurosis postraumáticas. El recuerdo viene con imagen, memoria episódica, y el diferencial emocional que le corresponde. La investigación sobre el miedo no dejaba lugar a dudas.

“...en un cerebro sano, los mecanismos de la memoria explícita y de la memoria implícita emocional normalmente funcionan simultáneamente, creando cada uno su propia clase de recuerdos...”Llamaremos el recuerdo implícito condicionado por el miedo “memoria emocional” y a la memoria declarativa explícita “recuerdo de una emoción”¹¹¹

El sistema de memoria emocional para LeDoux tiene dos vías: el mecanismo amigdaloides (intervención de la amígdala) y el mecanismo hipocampal (intervención del hipocampo). La primera vía es donde cristaliza el recuerdo emocional implícito y la segunda es la del recuerdo

¹⁰⁹ BADDLEY, A.-EISENNCK, M.W.-ANDERSON, M.C. (2010) *Memoria*, p. 79.

¹¹⁰ En el índice temático del libro, el término emoción no aparece.

¹¹¹ LeDOUX, J. (1999) *El cerebro emocional*. Barcelona, Ariel, pp. 202.

emocional explícito. Esto indicado, afirma convencido:

“A pesar de todo, existe un lugar en el que los recuerdos explícitos de las experiencias emocionales y los recuerdos emocionales implícitos se encuentran: en la memoria de trabajo en su creación de la experiencia emocional consciente inmediata”¹¹²

La mesa de trabajo del profesor es la que trabaja con la planificación, la mesa de trabajo del alumno es la memoria a corto plazo, su forma de trabajar; ambas se funden en los denominamos procedimiento pedagógico o estrategia formativa. Por debajo de esta perspectiva más didáctica, hay otra más de fondo: el estudio de la toma de conciencia, de la concienciación, requiere profundizar en los estudios sobre la memoria de trabajo.

Consecuencias fundamentales para la teoría de la educación, derivadas de esta arquitectura

Individualizaremos las consecuencias de lo hasta aquí planteado, párrafo a párrafo.

La educación humana no es, como opinan muchos, sólo trabajo en la cultura, sino como recalca A. Rivièrè, siguiendo a Vigotsky, trabajo en la intersección entre la dinámica del desarrollo y la dinámica cultural. En esa misma intersección es donde se producen las situaciones de vulneración de la plasticidad de la arquitectura y donde únicamente se pueden encontrar las posibilidades de resiliencia. En esa intersección es donde tienen lugar todas las prácticas culturales de la denominada educación informal. Esas prácticas acompañaron a los humanos, sin planificación explícita ni sistemática, afectando a funciones mentales de tipo 3, hasta, probablemente la aparición de la escritura; la escritura se encuentra en el origen de la educación formal planificada.

Esta es la razón por la que el proceso de humanización se decide, ante todo, para bien o para mal, en los contextos sociales de interacción; los déficits en los dominios primarios de acogida, se podrán subsanar con mucha dificultad. Se cumple un principio de dependencia racional: la dependencia entre función mental y conciencia crece, desde la nula necesidad de conciencia y la opacidad máxima a la razón, en las funciones tipo 1, hasta la exigencia y dependencia máxima de la conciencia y la deliberación racional en las funciones de tipo 4; la eficiencia, la garantía de que el proceso ejecute su función, va en dirección contraria, la mayor eficiencia la alcanza el sistema en las funciones de tipo 1, mientras que la eficiencia se torna problemática en las funciones de tipo 4. En los procesos de máxima plasticidad, funciones de tipo 4, la eficiencia requiere de máximo empeño de planificación. Por este motivo, los procesos de formación institucionales, se presentan a los educadores, frecuentemente, con la intencionalidad quebrada, por las circunstancias vitales y de historia cultural de los actores.

El concepto de cultura, trasegado en las conversaciones y en muchos textos, requiere de matización. Habitualmente, se acepta que el proceso va únicamente de fuera hacia adentro; el concepto se ampara en las metáforas de *incorporación* (Vigotsky) o la de *asimilación* (Piaget). Este punto de vista se ve reforzado, cuando el computador se toma como metáfora del cerebro. En esos casos, sintetiza L. Cósmedes¹¹³, la teoría procede desde el supuesto de la existencia de mecanismos de carácter general, en la computadora y en la mente, los cuales operan sobre contenidos de origen social o ambiental. Pero, si aceptamos la existencia de la arquitectura funcional de la mente y sus especialidades de dominio, la ecuación cultural habitual se quiebra.

“Para comenzar, ya no se puede identificar lo socialmente transmitido (la cultura) con la rica organización de la vida mental humana, ni se puede sostener que sea su único origen, ya que la evolución es otra causa

¹¹² LeDOUX, J. (1999) *El cerebro emocional*. P. 224.

¹¹³ COSMIDES, L.-TOOBY, J. (2002) *Orígenes de la especialidad de dominio*, O.c., p.162-163.

de desarrollo fiable de contenidos mentales...La estructura evolucionada de la mente es la que muchas veces impone sus contenidos al mundo social¹¹⁴

La actividad educativa tendría un importante *cometido evocador y activador* de las especialidades de dominio de las funciones mentales, tipo 3 (en parte de procedencia evolutiva-madurativa y, en parte, socialmente mediadas). La mediación cultural planificada sería específica de las funciones de transmisión cultural de contenidos para las funciones mentales de tipo 4. También implicaría la existencia de estratos de identidad cultural de fondo, reconocibles en todas las culturas, dado que la especie posee la misma arquitectura funcional en la mente. Por último la dificultad de incorporación de los contenidos culturales no sería uniforme; los que mejor se acoplen a las funciones mentales tipo 3, tendrían dificultad de menor rango; la máxima dificultad se encontraría en contenidos culturales para las funciones tipo 4. La activación de esta categoría de funciones requiere la incorporación de los denominados instrumentos culturales o instrumentos psicológicos¹¹⁵, propios de la programación sistemática de prácticas culturales y de instituciones diseñadas para este cometido social: la educación formal.

Angel Rivière afirma que la vulnerabilidad de la arquitectura mental es dependiente del nivel; a más alto nivel mayor vulnerabilidad. Nosotros distinguiremos entre fragilidad y vulnerabilidad. En las funciones de tipo 1, la arquitectura se encuentra predeterminada, la transmisión sináptica presentaría la probabilidad de transmisión más alta, la fragilidad sería la mínima posible en el sistema, la vulneración habrá de ser biofísica o por destrucción de zonas de la red neuronal. Las funciones de tipo 4 se producirían coaliciones interneuronales con provisionalidad, con mayores y menores probabilidades de transmisión sináptica; sería el nivel de mayor fragilidad. A. Rivière opina que la vulnerabilidad al trastorno crece hacia las funciones de tipo 4. Nosotros precisaríamos que la fragilidad de las adquisiciones crece hacia las funciones de tipo 4. Sin embargo, la vulnerabilidad de la arquitectura, procedentes de situaciones traumáticas, maltrato o inadecuación de situaciones, corresponde a las funciones mentales de tipo 3.

Del mismo modo, las diferencias y las dificultades individuales y la fragilidad, en cuanto a la adquisición de las competencias en las actuaciones de las funciones mentales, crecerá en la medida en que nos acercamos a las funciones de tipo 4. A. Rivière deduce un principio pedagógico de extraordinario interés:

“...no hay un modelo de aprendizaje al que se puedan atener los distintos aprendizajes de las distintas funciones”¹¹⁶. “Todas las funciones intervienen en los procesos educativos, pero, esto es clave entenderlo, no todas ellas son susceptibles de educación formal”¹¹⁷

El requerimiento de la denominada educación informal es ineludible para el proceso de humanización; el de la educación formal es histórico-dependiente, en el sentido de que lo crea la historia evolutiva de la cultura y la aparición de sus contingencias, como la de la escritura o la de las tecnologías de la información. La educación formal ni puede absorber ni reemplazar, plenamente, los contextos necesarios donde se promueven las funciones mentales de tipo 3. De todo ello podemos deducir que el estudio de la arquitectura funcional de la mente es esencial para configurar una teoría de la educación de horizonte amplio.

¹¹⁴ COSMIDES, L.-TOOBY, J. (2002) *Orígenes de la especialidad de dominio*. O.c. p. 163.

¹¹⁵ KOZULIN, A. (2000) *Los instrumentos psicológicos: la educación desde una perspectiva sociocultural*. Barcelona, Paidós.

¹¹⁶ RIVIERE, A. (2003) *Desarrollo y Educación*. O.c., p. 232.

¹¹⁷ RIVIERE, A. (2003) *Desarrollo y Educación*. O.c., p. 235. La consideración de las sugerencias del autor en las páginas 232-242, serían fundamentales para una teoría de la educación

Los mecanismos o procesos de la constitución del sujeto son tanto aquellos desde los que se instituye su diversidad biopsicológica, como los procesos desde los que se conforma su identidad sociorelacional y cultural. Ambos se encuentran sistémicamente integrados y no contrapuestos, como parece sugerir la insostenible contraposición *naturaleza-vs-cultura*¹¹⁸. Después de la distinción planteada entre procesos formantes y procesos activantes, la pregunta por la humanización tiene dos aspectos: ¿qué funda la humanidad? ¿Cómo se promueve la humanidad de los humanos? Desde este punto de vista, la tecnología paradigmática de la humanización no sería el hacha de sílex, sino “fuego antrópico”: la técnica de hacer fuego, el “papel socializador del fuego”, facilitador de la “aparición del lenguaje simbólico”. El fuego ilumina el pasado y nos descubre la socialización como proceso humanizador primario.

“El fuego y su domesticación constituyen para los homínidos en proceso de humanización una estructura nodal que acelera la complejidad de la especie”¹¹⁹

Por esta línea de reflexión se termina invirtiendo la perspectiva o complementándola de manera necesaria: somos la especie con mayor inteligencia paradigmática (técnico-operatoria); pero, también somos de manera indiscutible la especie con caracteres sociales más ricos y evolucionados.

“Y como somos la especie de primate más social que jamás ha existido es evidente que las reglas del juego sociales son muchas, importantes e inevitables”¹²⁰

Dentro del proceso de socialización el lenguaje adquiere la condición de instrumento privilegiado. La socialización constituiría el implícito necesario para la instauración de la humanización; sin socialización, la humanización es imposible; los supervivientes al abandono prolongado, como Victor de L’aveyron, antropológicamente irreconocibles, serían la prueba. Si esto es así, la competencia primordial de los orígenes de la humanidad se expresaría en los dominios sociales y dentro de la *informalidad* de su andamiaje. La transmisión social de la tecnología implica la existencia de esta sociabilidad humanizada.

Son muchas las catas posibles que, quienes se encuentren ocupados en estudiar e investigar los procesos educativos, pueden practicar en las investigaciones neurocientíficas y en general en los dominios biológicos; la meta podría expresarse como búsqueda de concienciación acerca de los procesos que tienen lugar en el proceso de humanización de los seres humanos.

¹¹⁸ ANGAMBEN, G. (2001) *Infancia e historia*. Buenos Aires, Adriana Hidalgo.

¹¹⁹ CARBONELL, E.-SALA, R. (2002) *Aún no somos humanos*.

¹²⁰ BERMUDEZ DE CASTRO, J.M. (2010) *La evolución del talento. Cómo nuestros orígenes determinan nuestro presente*. Barcelona, Debate, p. 205.