COORDINACIÓN EDUCATIVA Y CULTURAL CENTROAMERICANA

Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Primaria o Básica

Aprendizaje, Coevolución Neuroambiental

Viviana Carazo Vargas
Luis Fernando López Molina

CECC/SICA
Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana

VOLUMEN 43

371.39
C262a Carazo Vargas, Viviana
Apredizaje, coevolución neuroambiental / Viviana Carazo Vargas, Luis Fernando López Molina. – 1ª. ed. – San José, C.R. : Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA, 2009.
166 p. : il. ; 28 x 21 cm. – (Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Básica ; Nº 43)

ISBN 978-9968-818-97-1

1. Educación – Aprendizaje. 2. Educación ambiental.
I. López Molina, Luis Fernando. II. Título.

CRÉDITOS

La elaboración y publicación de esta colección fueron realizadas con la contribución económica del Gobierno Real de los Países Bajos, en el marco del **Proyecto Consolidación de las Acciones del Mejoramiento de la Formación Inicial de Docentes de la Educación Primaria o Básica, CECC/SICA**

María Eugenia Paniagua Padilla
Secretaria General de la CECC/SICA

Juan Manuel Esquivel Alfaro
Director del Proyecto

Viviana Carazo Vargas
Luis Fernando López Molina
Autores del libro

Luis Fernando López Molina
Autor de imágenes internas

Soledad Chavarría Navas
Revisión del Contenido

Cecilia Carvajal Gatgens
Sonia Vargas Mata
Revisión Filológica y de Estilo

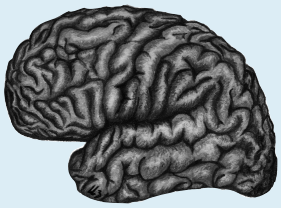
Melvyn Aguilar Delgado
Diagramación y Digitalización de imágenes

Arnobio Maya Betancourt
Coordinador y Asesor de la Edición Final

Impresión Litográfica
Editorama, S.A.

Para la realización de esta publicación, se ha respetado el contenido original, la estructura lingüística y el estilo utilizado por los autores, de acuerdo con el contrato firmado para su producción por éstos y la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA.

DE CONFORMIDAD CON LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS ES PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN, TRANSMISIÓN, GRABACIÓN, FILMACIÓN TOTAL Y PARCIAL DEL CONTENIDO DE ESTA PUBLICACIÓN, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CUALQUIER SISTEMA DE REPRODUCCIÓN, INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO. LA VIOLACIÓN A ESTA LEY POR PARTE DE CUALQUIER PERSONA FÍSICA O JURÍDICA, SERÁ SANCIONADA PENALMENTE.



CAPÍTULO 4
Plasticidad, característica intrínseca del cerebro y base de la capacidad humana de cambiar con la experiencia

A continuación, agregaremos un rasgo fundamental al sistema que venimos abordando. Durante mucho tiempo, se creyó que las conexiones sinápticas del cerebro quedaban terminadas temprano en la infancia, que esos circuitos eran fijos y no se modificaban.

Esta creencia se ha descartado con total certeza, se sabe que a diferentes niveles, nuestro sistema nervioso cambia y se modifica continuamente, y así sucede desde cuando éste se forma hasta la muerte.

Establecer un criterio único para conceptualizar una capacidad de cambio y modificación tan compleja, no es sencillo. Los investigadores y neurocientistas no logran ponerse de acuerdo en cuales son las mejores palabras para describirla, o cuál es el nivel de análisis más apropiado para abordar el tema, pero ninguno niega el papel y existencia de lo que se denomina "plasticidad cerebral".

Plasticidad cerebral: cualidad intrínseca del sistema nervioso central, que le permite modificarse en estructura y/o función continuamente.

Se dice que la palabra "plasticidad" es derivada del griego "plaistikos", o "plastos" que significan "para formar" o "moldeable".

En procura de entenderla en el contexto que nos ocupa, coincidimos con lo destacado por Pascual-Leone, Amedi, Fregni y Merabet (2005, p.377 y 378): "la plasticidad es una propiedad intrínseca del cerebro humano… no es un estado ocasional del sistema nervioso, al contrario, es el estado normal a lo largo de la vida".

El cerebro no es únicamente capaz de reorganizarse tras una lesión, sino que constantemente está reorganizándose a sí mismo en respuesta a los cambios que tienen lugar alrededor del organismo y dentro de él.

Esta es una condición necesaria para que podamos adaptarnos a la amplia variedad de ambientes y retos que caracterizan nuestra coevolución con el entorno. La plasticidad describe ese funcionamiento cotidiano de nuestro sistema nervioso indistintamente de las características físicas o de los rasgos conductuales que expresemos, es el mecanismo utilizado por todos los seres humanos para aprender, crecer y desarrollarse.

Tanto los 100 billones de células nerviosas del encéfalo en el recién nacido, como las aproximadamente 100 a 1000 trillones de sinapsis en el adulto, están diseñadas para ser capaces de cambiar en respuesta a las variaciones en el ambiente.

El estudio de la plasticidad cerebral es enfocado usualmente desde dos perspectivas distintas, una fisiológica, referida a los ajustes hechos por el individuo a lo largo de su historia de vida; y una evolutiva, dirigida a los cambios en las características de poblaciones o especies como resultado de la selección natural que se dan en el transcurrir de cientos y miles de años.

Aunque a efectos del tema concreto que nos ocupa, es decir, el aprendizaje, este trabajo enfoca la mirada hacia el contexto fisiológico, es imposible ignorar la interacción entre el Homo sapiens y su entorno, ésta lleva ya una historia de millones de años y que duda, el contexto evolutivo, le hace ser hoy quien es y participa en la escritura de las páginas cotidianas de su biografía.

Desde el punto de vista fisiológico, la plasticidad puede ser considerada en términos de estructura (micro o macro estructura cerebral) o función (función cerebral o conducta, que igual es expresión de la función cerebral).

La plasticidad estructural incluye el estudio de la remodelación sináptica, la extensión de neuritas, la sinaptogénesis, la neurogénesis y la reparación de sinapsis lesionadas, entre otros.

Por otra parte, **la plasticidad funcional** constituye el mecanismo conductual para el surgimiento de competencia y adquisición de habilidades.

Plasticidad estructural: se refiere a los cambios o modificaciones en las estructuras del sistema nervioso.

Plasticidad funcional: incluye las modificaciones en expresiones conductuales.

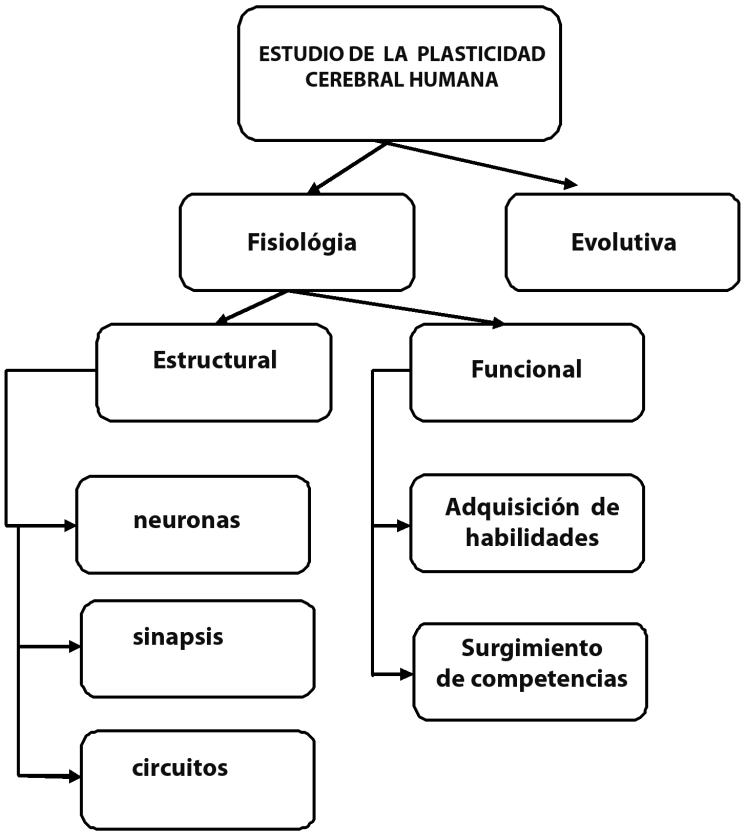


Fig. 4.1. Perspectivas del estudio de la plasticidad cerebral

Esta agrupación en plasticidad estructural y funcional, es utilizada única y exclusivamente con el fin de favorecer un poco la clarificación acerca de las múltiples perspectivas y líneas de investigación en el campo de la plasticidad cerebral, no implica, de ninguna forma, la no existencia de un solapamiento o relación estrecha e indivisible entre uno y otro nivel.

La integración de ambos "tipos" de plasticidad se da a lo largo de la historia de vida de una persona, es la base que le permite al sistema educativo, con todas sus estrategias, metodologías y técnicas de enseñanza, modelar la mente y la conducta de los seres humanos.

Tanto el desarrollo conductual, como cognitivo de cada individuo es influenciado por la coevolución entre elementos biológicos y culturales; la plasticidad que se da en diferentes niveles (cross-level, de acuerdo con Li, 2003) durante el proceso de desarrollo constituye aquí un eje fundamental para el análisis del proceso de aprendizaje y su dinamismo.

La cultura, vista no sólo como el producto pasivo de recursos inherentemente sociales de las civilizaciones humanas, sino como el cogenerador de la coevolución entre los genes y el entorno durante la filogenia humana, está estrechamente relacionada con los mecanismos neurobiológicos y cognitivos, junto con ellos, constituye el coproductor del desarrollo de un individuo durante su ciclo de vida.

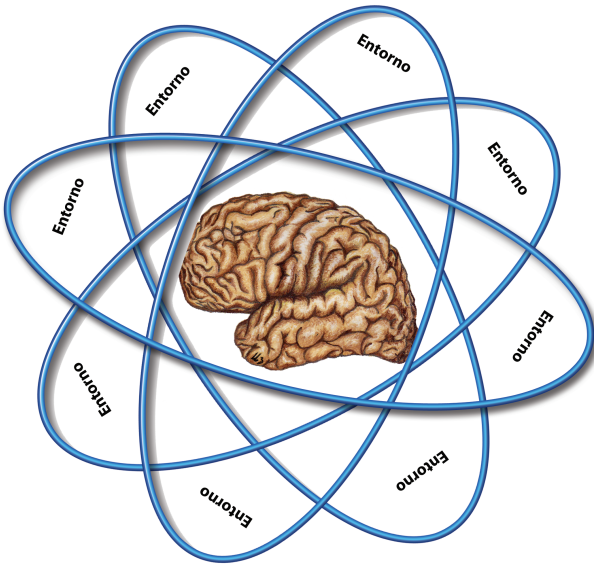


Fig.4.2. Continua y dinámicamente nuestro sustrato neurobiológico, gracias a la plasticidad, está en coevolución con el sustrato neurobiológico.

En cada momento de nuestra existencia, en diferentes niveles y escalas de tiempo, las influencias culturales y, sin duda, del sistema educativo, generan experiencias que son integradas en los sustratos neurobiológicos, modelan los rasgos individuales y en conjunto, delinean el proceso de desarrollo.

El papel de la sociedad va a ser fundamental en el hecho de que un individuo alcance un nivel de desarrollo que exprese al máximo el potencial que posee.

Desde esta perspectiva es indispensable que los individuos participen activamente en la toma de decisiones para regular la forma en que las influencias bioculturales intervienen en sus historias de vida.

Es importante tener en consideración que la modificación del sistema nervioso, relacionada con la plasticidad se da dentro de ciertos límites predeterminados y que existen ciertas influencias homeostáticas (que buscan el equilibrio) que contribuyen a mantener a un determinado sistema de procesamiento de información -sea una sinapsis o una red neural-, dentro de un rango que le permita funcionar de manera óptima.

Si un sistema se mueve fuera de este rango homeostático, pierde la habilidad de responder apropiada o prontamente y su capacidad de adaptación deja de funcionar de manera efectiva. Sin embargo, a no ser que exista un desorden específico que altere los mecanismos homeostáticos, todos los seres humanos poseen la capacidad y tendencia a modificarse con la experiencia.

En este sentido, la evidencia actual acerca de la capacidad del organismo de cambiar ante las distintas vivencias por las cuales atraviesa en su escritura biográfica, no dejan tan claro dónde se establece el límite (que se sabe existe) a la plasticidad del sistema; las investigaciones aportan continuamente informaciones sorprendentes que lo van extendiendo cada vez más, y hacen replantearse el conocimiento acerca de la influencia real que pueden tener los estímulos ambientales en su interacción con un sustrato neurobiológico.

La existencia de la plasticidad no contradice el hecho de que algunos efectos específicos de lesiones cerebrales persistan y puedan producir complejos patrones que impliquen retos adicionales en el proceso de desarrollo, tanto en la infancia como en el período de adolescencia o adultez, de igual forma, tampoco niega que las capacidades de plasticidad y aprendizaje varían en un organismo joven en relación con otro que ha madurado y que la estructura y or-

ganización cerebral y por lo tanto, las respuestas plásticas van a ser distintas a edades diferentes; pero sin duda, los cambios producto de la experiencia se dan, a uno u otro nivel, durante toda la historia de vida y en ellos intervienen muchos otros factores además de la edad.

Con frecuencia, aún nos encontramos en la literatura relacionada con el desarrollo y el aprendizaje, términos como "períodos críticos", referidos a la existencia de una serie de "ventanas" que se abren en determinados momentos en los cuales el desarrollo de una habilidad determinada va a tener lugar, y escuchamos también, que si en esa etapa de la vida no se da la estimulación necesaria dicha ventana se cierra, y ya no habrá posibilidad, o esta será mínima, de desarrollar esa habilidad.

Hoy en día, el conocimiento acerca de la plasticidad, maduración y desarrollo del sistema nervioso ha aportado el concepto de "**períodos sensitivos"**, los cuales no tienen la delimitación y rigidez espacio-tiempo que implicaba la noción de los períodos críticos, sino que hace referencia a períodos en el desarrollo que comprenden cambios sutiles en el potencial del cerebro para modelarse y cambiar mediante las experiencias de vida con las que se coevoluciona.

Períodos sensitivos: períodos en el desarrollo que comprenden cambios sutiles en el potencial del cerebro para modelarse y cambiar mediante las experiencias de vida con las que se coevoluciona

Estos períodos sensitivos son en particular importantes en el desarrollo de sistemas sensoriales como la visión, en donde el acceso temprano a estímulos visuales es requisito indispensable para que las áreas del lóbulo occipital se desarrollen de la forma esperada; o por ejemplo para el aprendizaje de un segundo idioma, en el cual es claro que si dicha oportunidad se presenta en los primeros años, la dicción, entonación, fluidez y dominio gramatical serán muy distintos a los de alguien que lo aprende en su edad adulta.

La plasticidad es una base firme para asegurar que no existe una edad límite para aprender: los circuitos corticales varían incluso en la etapa adulta y las experiencias que modifican en uno u otro nivel nuestro ser biológico se suceden a lo largo de toda nuestra existencia.

Al considerar la existencia de la plasticidad cerebral, factores básicos como los estilos parentales, las características de escolarización, las experiencias de interacción y los efectos de éstas y otras vivencias sociales inmersas en la cultura y proceso de desarrollo de un ser humano, van a tener el potencial de incidir a nivel genético, neurobiológico, conductual o cognitivo, momento a momento. La experiencia y la cultura dejan huellas en el desarrollo del cerebro, modelando su organización estructural y funcional en respuesta a la historia de vida de cada quien.

El profesional en educación, así como cualquier otro individuo que incluya dentro de su labor cotidiana la interacción con seres humanos, puede constituirse en facilitador del aprovechamiento de la plasticidad cerebral de aquellos con quienes se relaciona. A través de las experiencias que promueva, tiene el potencial de facilitar o limitar la adquisición o consolidación de conceptos, procedimientos o hábitos.

En este sentido, la evidencia neurocientífica demuestra que las experiencias a las cuales responde el organismo durante el proceso de aprendizaje, son precisamente las vivencias típicas que le permiten acceder a los estímulos usuales en las diferentes etapas del desarrollo. No hay pruebas científicas serias que sustenten que la estimulación "extra", o las experiencias "especializadas", con materiales caros y sofisticados, lleven a un aumento en el establecimiento de las sinapsis que codificarán una destreza en particular; puede afirmarse con seguridad, que el acceso a ambientes normales o "típicos", favorece más conexiones sinápticas en contraposición a un entorno deprivado de estas experiencias.

Por otra parte, al considerar los fundamentos neurobiológicos de la plasticidad del sistema nervioso, y el hecho de que la vivencia de experiencias promueve el procesamiento de información -asociado a la estabilización o pérdida de conexiones sinápticas-, es altamente posible que diferentes historias de vida conlleven diversas oportunidades para acceder a distintas experiencias perceptivas y de resolución de problemas. Esto, además de resultar en las diferencias interindividuales típicas al género humano, constituye un elemento central en la consideración de que, la limitación en el acceso a las interacciones también va a afectar la construcción y modelamiento de los circuitos cerebrales.

Como bien mencionaba Lerner (1984), no es sólo la estimulación por sí sola la que parece influenciar el desarrollo neural y el establecimiento de sinapsis, sino que específicamente la estimulación social, entendida como la proveedora de la oportunidad de interactuar con iguales y vivir las experiencias usuales a los pares, parece ser clave en el proceso de neurodesarrollo.

Por ello, si algo es particularmente importante en el caso de los niños, niñas y jóvenes, es la interacción regular con otros seres humanos, el acceso a experiencias de lenguaje y comunicación, a retos, a oportunidades y vivencias que les permitan acceder a los estímulos usuales y accesibles a otros en distintos momentos del desarrollo.

De acuerdo con lo expuesto, si el cerebro de un ser humano se modifica, tanto con la cotidianidad, como con la totalidad de vivencias que se dan a lo largo de la escritura biográfica, y si dichas vivencias son únicas y distintas como único y particular es el cableado cerebral que les da sentido, es claro que la plasticidad del organismo es una base importante de la individualidad y de la diversidad existente en la población.

Lo que hemos compartido hasta aquí, nos reafirma la importancia del entorno en el modelamiento de los circuitos y patrones de conexión que desarrolla un individuo a lo largo de su vida, el potencial que posee el ser humano de modificarse de acuerdo con las experiencias a las que tenga acceso, y al hecho de que las características particulares con que se escribe cada biografía, en términos del papel, la tinta y los escritores que dan forma a cada página, va a hacer de cada persona un ser único e irrepetible.

Esperamos que el lector haga uso de su bagaje de conocimientos, producto de su coevolución con el entorno y aporte también sus reflexiones sobre las implicaciones de lo anterior en la dinámica de enseñanza y aprendizaje.

4.1. Deliberaciones del capítulo

El estado del conocimiento no deja duda: la plasticidad es una propiedad intrínseca del sistema nervioso; es a la vez, característica y consecuencia obligatoria de toda actividad neural.

Cada cerebro humano, único e irrepetible como es, tiene la capacidad de adaptarse a nuevas experiencias y de asimilar información del mundo y del convivio con otros. La investigación en neurociencias ha dejado claro que el cerebro se puede beneficiar de la interacción con nuevos hechos y experiencias a cualquier edad: durante la primera infancia y la niñez, la adolescencia, la madurez y la senectud.

Ningún cerebro (como ninguna biografía) estará terminado a los tres, a los diez, o a los treinta años. Es extraordinariamente plástico y conserva su capacidad de aprender a lo largo de toda su historia.

De la misma forma en que no existe un tiempo, etapa o momento para la plasticidad, tampoco hay un "perfil" personal que nos haga poseer o no esta característica. Independientemente del fenotipo que exprese un ser humano, todas las personas poseen organismos que se modifican ante la coevolución con el medio.

Sabemos que los cambios propios de la plasticidad, se pueden dar a nivel de estructura o de funciones, en la mayoría de los casos, un cambio en las estructuras del cerebro va a traducirse en un funcionamiento distinto (eso sí, no necesariamente un único cambio en una estructura, va a ser el responsable de todo un cambio a nivel conductual).

La existencia innegable de la plasticidad cerebral dirige una clara luz hacia la posibilidad de modificar las conductas y/o los pensamientos tanto en el proceso de enseñanza, como en el aprendizaje. Cuando pensamos o hacemos algo, es porque un estado cerebral nos lo permite, los circuitos que generan dichos estados mentales resultan de la suma de la plasticidad de neuronas individuales; es decir, nuestro organismo es plástico y cambia, podemos enseñar y aprender.

Considerando esta perspectiva, factores básicos como los estilos parentales, las características de escolarización, las experiencias de interacción y los efectos de éstas y otras vivencias sociales inmersas en la cultura y proceso de desarrollo de un ser humano, van a tener el potencial de incidir a nivel genético, neurobiológico, conductual o de aprendizaje, momento a momento. La influencia de la experiencia y la cultura deja huellas en el desarrollo del cerebro, modelando su organización estructural y funcional en respuesta a la historia de vida de cada quien.

Si el cerebro de un ser humano se modifica tanto con la cotidianidad, como con la totalidad de vivencias que se dan a lo largo de la escritura biográfica, y dichas vivencias son únicas y distintas como único y particular es el cableado cerebral que les da sentido, entonces es claro que la plasticidad del organismo subyace de forma importante a la individualidad y diversidad existente en la población.

Algunas modificaciones requieren de milisegundos para llevarse a cabo, otras pueden tomar años, pero en general, todas ellas implican la coevolución entre el organismo y su entorno.

Son estos cambios en las características estructurales y /o funcionales de los circuitos cerebrales, los que subyacen a la percepción y a la formación de memorias, procesos particularmente útiles en la cotidianidad de la escritura biográfica. Sin ellos el aprendizaje no será posible, las biografías pasadas, las presentes y las que están por escribirse, no existirían.

Preguntas de repaso y análisis

1. ¿Qué es la plasticidad cerebral?

2. ¿Cuáles tipos de plasticidad hay?

3. ¿Cuál es la diferencia entre la noción de "períodos críticos" y la de "períodos sensitivos"? ¿cuál prevalece en la actualidad?

4. ¿Existe un límite para la plasticidad cerebral?

- *¿Cuáles implicaciones tiene, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, el hecho de que la plasticidad cerebral sea una característica común a todos los seres humanos?*

- *¿Cuáles repercusiones en el proceso de enseñanza, podría tener el asumir la existencia de "períodos críticos" o de "períodos sensitivos"?*

- *¿Cuáles implicaciones tiene, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, el hecho de que el ser humano aprende y se modifica a lo largo de todo su ciclo de vida? o*
  ¿Por qué un docente debe de conocer acerca de la plasticidad cerebral?

BIBLIOGRAFÍA

Aguado, L. (1999). Aprendizaje y Memoria (Learning and memory). Accesible: http://www.uninet.edu/union99/congress/confs/bas/01Aguado.html

Baddeley, A. (1999). Memoria Humana, Teoría y práctica. Madrid: McGraw Hill.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. Trends in Cognitive Sciences. 4 (11): 417- 423.

Baddeley, A. (2001). The concept of episodic memory. Phil.Trans. R. Soc. Lond. 356: 1345-1350.

Baddeley, A. (2003.a). Working memory and language: an overview. Journal of Communication Disorders. 36: 189–208.

Baddeley, A. (2003.b). Working memory: Looking back and looking forward. Nature Reviews Neuroscience. 4: 829-839.

Carazo, V. (2006). Neurodesarrollo, Diversidad y Segregación, un acercamiento teórico a sus bases neuropsicológicas. Tesis Doctoral. Facultad de Psicología
Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Universidad de Salamanca. España.

Carazo, V. (2008). Los programas de formación docente a la luz del conocimiento actual sobre el neurodesarrollo y las bases neurobiológicas del aprendizaje. En: Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (Costa Rica). Segundo Estado de la Educación / Consejo Nacional de Rectores. - 2 ed. – San José, Costa Rica.

Carlson, N. (1991). Physiology of Behavior (4ª ed.). United States of America: Allyn and Bacon.

Carter, R. (2002). El Nuevo Mapa del Cerebro (2ª ed.). Barcelona, España: RBA Libros, S.A.

Damasio, A. (2000). Sentir lo que sucede, cuerpo y emoción en la fábrica de la consciencia. Chile: Editorial Andrés Bello.

Habib, M. (1998). Bases Neurológicas de las Conductas. España: Editorial Masson.

Lerner, R. (1984). On the nature of human plasticity. United States of America: Cambridge University Press.

Li, S. (2003). Biocultural Orchestration of Developmental Plasticity Across Levels: The Interplay of Biology and Culture in Shaping the Mind and Behavior Across the Life Span. Psychological Bulletin. 129 (2): 171–194.

Llinás, R. (2003). El cerebro y el mito del yo. El papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humanos. Colombia: Editorial Norma S.A.

López, L. (1995). As if the children matter. Canadá: Roeher Institute.

López, L. (2000, Julio). Aprendizaje: La influencia del ambiente sobre la estructura neurobiológica. Trabajo presentado en el II Congreso Internacional "Cómo aprende el Ser Humano", de la Universidad Interamericana. Heredia, Costa Rica.

López, L. (2006, Enero). Neurodesarrollo. Trabajo presentado en el V Congreso de Educación Preescolar "Estado Actual y Perspectivas de la Educación Preescolar Costarricense", de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria: fundamentos y avances recientes. Revista de Neurología. 40 (5): 289-297.

Norman, D. y Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En Davidson, R., Schwartz, G. y Shapiro, D. (Eds.), Consciousness and self regulation. Advances in research and Theory. (Vol. 4, pp. 1–18). New York: Plenum Press.

Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F. y Merabet, L. (2005). The Plastic Human Brain Cortex. Annuals Reviews in Neuroscience. 28: 377–401.

Ruiz-Contreras, A y Cansino, S. (2005). Neurofisiología de la interacción entre la atención y la memoria episódica: revisión de estudios en modalidad visual. Revista de Neurología. 41 (12): 733-743.

Schwartz, J. y Begley, S. (2003). The Mind & The Brain. Neuroplasticity and the power of mental force. United States of America: Regan Books. HarperCollins Publishers.

Shallice, T. (1993). From Neuropsychology to Mental Structure. United States of America: Press Syndicate of the University of Cambridge.

Smith, P. (1998). Neurophilosophy, Toward a Unified Science of the Mind / Brain. United States of America: Massachusetts Institute of Technology, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.

Squire, L. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. Neurobiology of Learning and Memory. 82: 171–177.

Tulving, E. (2002). Episodic Memory: From Mind to Brain. Annual Reviews of Psychology. 53: 1–25.