

PLASTICIDAD CEREBRAL
Revista Máster de Educación Especial

Edición: Cristina Macho González

Resumen: A lo largo de las siguientes páginas se muestra una revisión bibliográfica de diversos aspectos relacionados con la plasticidad cerebral que se han considerado de suma relevancia para entender el desarrollo y funcionamiento neurológico de los seres humanos y que, a su vez, pueden resultar relevantes en la planificación de estrategias educativas. Asimismo, se presentan una serie de artículos recomendados que asocian estos conceptos con las dificultades de aprendizaje.

Palabras clave: plasticidad cerebral, neurogénesis, maduración neuronal, neuronas espejo, períodos críticos.

1. DEFINICIÓN.

Según García Moreno (2014) la plasticidad cerebral o neuronal es la capacidad que tienen las neuronas de reestructurar sus conexiones y los mecanismos implicados en estas.

En las etapas iniciales del desarrollo hay una gran cantidad de remodelaciones de las conexiones sinápticas debido al crecimiento de axones y dendritas, sin embargo en el Sistema Nervioso (SN) de las personas adultas, la capacidad de reestructuración de las conexiones neuronales es menor, a pesar de ello se mantiene durante toda la vida aunque más restringida (García Moreno, 2014). Estas remodelaciones sinápticas serán la base del aprendizaje y de la memoria.

Así pues, se puede afirmar que esta explicación es la que argumenta que los niños/as aprenden más rápidamente que las personas adultas.

REV.: Máster Educación Especial.
Noviembre 2016, Nº7, Vol. 11

Como indica Coll Andreu (2011), Grenough & Black clasificaron la plasticidad sináptica, en función de su relación con la experiencia, en las siguientes tres categorías:

- Independiente de experiencia
- Expectante de experiencia
- Dependiente de experiencia.

2. PROCESOS QUE ENGLOBA LA PLASTICIDAD CEREBRAL.

Los procesos que engloba la plasticidad cerebral o neuronal son tres: neurogénesis, migración y diferenciación celular y maduración neuronal (García Moreno, 2014). Éstos consisten en:

- **Neurogénesis.**
Consiste en la formación de nuevas células (neuronas y células gliales) del Sistema Nervioso Central (SNC).
- **Migración y diferenciación celular.**
Consiste en el desplazamiento de las nuevas células hasta su ubicación predeterminada y, una vez acomodadas en su localización, comienza el proceso de maduración y diferenciación de éstas según la función que tengan asignada.
- **Maduración neuronal.**
Este proceso se refiere al crecimiento de las prolongaciones de las neuronas (dendritas y axones) y al establecimiento de las conexiones sinápticas entre ellas. También se incluyen en esta etapa la organización de circuitos locales y la configuración de proyecciones de larga distancia.



3. NEURONAS ESPEJO.

Las neuronas espejo son un tipo de neuronas nerviosas localizadas en el lóbulo frontal (Rubia Vila, F.J., 2014). Este tipo de neuronas pueden activarse en dos ocasiones:

- Cuando el individuo ejecuta una acción.
- Cuando el individuo ve a otro ejecutar la acción

Éstas son la base de la imitación y de la empatía.

4. FUNCIONES DE LA PLASTICIDAD CEREBRAL.

De acuerdo con el Grupo Italfarmaco (2016), entre las funciones que satisface la plasticidad cerebral o neuroplasticidad son las de permitir una mayor capacidad de adaptación o readaptación a los cambios externos e internos, aumentar las conexiones sinápticas con otras neuronas, hacerlas estables como consecuencia de la experiencia, el aprendizaje y la estimulación tanto sensorial como cognitiva y contribuir a la rehabilitación de funciones perdidas.

Además esta capacidad de las neuronas aporta una movilidad al cerebro que aparentemente se contrapone con la estabilidad necesaria para el mantenimiento de la vida.

5. EFECTOS DE LA PLASTICIDAD CEREBRAL.

Como se ha mencionado anteriormente, la neuroplasticidad es una capacidad que tiene el cerebro para adaptarse a los cambios y modificar las conexiones sinápticas que enlazan neuronas, generándose así efectos importantes en el funcionamiento de los circuitos neurales y en su organización (Canchota Martínez, 2016).

Los principales efectos derivados de este proceso se encuentran divididos en cuatro y son los siguientes:

- **La neuroplasticidad reactiva.**
Se emplea para resolver cambios ambientales de corta duración.
- **La neuroplasticidad adaptativa.**
Consiste en la modificación estable de una ruta de conexiones que se generan con la memoria y el aprendizaje; es decir, la asimilación consigue que las conductas, aunque sean nuevas, no arranquen desde cero, es la función de la memoria y la acomodación modifica la memoria al incorporar elementos nuevos que se asimilan, es la función del aprendizaje.
- **La neuroplasticidad reconstructiva.**
Contribuye en recuperación parcial o total de funciones perdidas.
- **La neuroplasticidad evolutiva.**
El proceso de maduración del cerebro se desarrolla en virtud de cómo los patrones de conexión son modificados por la influencia ambiental predominante.

6. CORRELATO NEUROBIOLÓGICO DE LA PLASTICIDAD NEURONAL Y SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE COLABORAN.

La forma de materializarse el proceso neuroplástico es a través de la corteza cerebral (Garcés-Vieira y Suárez-Escudero, 2014), como consecuencia de la neurogénesis o adaptación que en esta se produce.

Las sustancias químicas que colaboran en la plasticidad neuronal son los neurotransmisores implicados en las sinapsis entre las diferentes neuronas. Estos neurotransmisores son señales bioeléctricas (impulsos eléctricos y moléculas químicas) liberadas por los terminales sinápticos y que se acoplan a receptores de la siguiente neurona provocando una pequeña descarga eléctrica o impulso nervioso. (*García Moreno, 2014*).

Además de en la corteza cerebral, el fenómeno de la neuroplasticidad se ha observado en otras estructuras como los ganglios basales, el tálamo, el hipotálamo y el hipocampo.

7. LIMITACIONES QUE PRESENTA LA PLASTICIDAD CEREBRAL.

Respecto a las limitaciones de la plasticidad cerebral, se puede decir que todas ellas están relacionadas con la estimulación y los períodos críticos o sensibles del desarrollo que a continuación se explicarán.

Las diferentes regiones del SN maduran a distinto ritmo. Esto significa que en el SN en general, y en el cerebro particular, existen diferentes calendarios que determinan el modo en que se adquieren las conductas propias del ser humano. Esto unido al hecho de que la experiencia no afecta al cerebro por igual en cualquier momento de la vida ha llevado a plantear la idea de que existen períodos críticos en el desarrollo que hacen que el cerebro sea más sensible a los efectos de un tipo de experiencias u otras (García Moreno, 2014). Si durante ese período crítico la experiencia correspondiente no sucede, no se producirán las modificaciones oportunas en los circuitos nerviosos y no habrá aprendizaje.

En este caso se considera:

Período crítico a una “ventana temporal” en el desarrollo del cerebro durante la cual es posible adquirir una determinada habilidad. Pero este concepto implica que dicho aprendizaje sólo puede adquirirse durante ese período, es decir, una vez que se cierra esa ventana, no hay posibilidad alguna de adquirir esas habilidades. (García Moreno, 2014, p.119).

Un ejemplo típico es el del lenguaje ya que, si no hay una estimulación adecuada en el momento oportuno, este no se desarrolla.

Asimismo, mencionar que hay posturas menos radicales que hablan de períodos sensibles en lugar de hablar de período críticos. En este caso

García Moreno (2014) define los períodos sensibles como “momentos del desarrollo en los que ciertos circuitos nerviosos están en las condiciones óptimas para reaccionar ante un tipo específico de estimulación” (p.120).

Finalmente aclarar que dado que los períodos críticos no son intervalos temporales cerrados, dependiendo de qué proceso hablemos, es preferible hablar de períodos sensibles del desarrollo.

8. PRUEBAS O CUESTIONARIOS QUE EVALÚAN LA PLASTICIDAD NEURONAL.

En la actualidad no se dispone de ningún test psicológico que sea capaz de medir y evaluar el proceso de neuroplasticidad como tal. Por ello se recurre a pruebas médicas basadas en técnicas de neuroimagen como la resonancia magnética.

9. ARTÍCULOS RELACIONADOS.

A continuación se presentan unos resúmenes de una serie de artículos que relacionan los conceptos explicados previamente con las dificultades de aprendizaje.

- **Cornelio-Nieto, J. O. (2009). Autismo infantil y neuronas en espejo. *Revista de neurología*, 48(2), 27-29.**

Este artículo desarrolla la relación entre autismo infantil y neuronas espejo. Para ello comienza explicando algunos conceptos básicos como que el autismo se define a un nivel conductual (tipología) y no a un nivel biológico (etiología) y que el SNE (sistema de neuronas en espejo) consiste en un conjunto de neuronas que controla nuestros movimientos respondiendo de forma específica a los movimientos e intenciones de movimiento de otros sujetos y participan en la generación de nuestros propios movimientos.

Diferentes pruebas y hallazgos aportan alguna evidencia de que las personas con autismo presentan probablemente una

disfunción en el SNE. Este sistema se desarrolla de manera inadecuada en los autistas, determinando una incapacidad de comprender los actos de los demás y, sobre todo, una incapacidad de imaginar que los demás son seres pensantes con intenciones y motivaciones intelectuales semejantes a las suyas.

Por eso se cree que una disfunción del SNE podría explicar la sintomatología que se observa en los niños con autismo, que es su falta de habilidades sociales.

- **Moreno-Torres Sánchez, I., & Berthier Torres, M. L. (2012, abril). Plasticidad cerebral y lenguaje. *Uciencia*. 9, 24-27.**

En el presente artículo se estudia la adquisición del lenguaje tanto en niños/as sordos como en personas que han sufrido algún tipo de accidente en el que han perdido la capacidad del lenguaje y la relación de dicha adquisición con los procesos neuronales y la plasticidad cerebral.

Hace unos años, se pensaba que los periodos de plasticidad cerebral eran limitados. En el caso del lenguaje se pensaba que los niños/as eran incapaces de aprender la lengua materna después de los 3 años y que, por lo tanto, después de una lesión cerebral, esta adquisición iba a ser imposible.

En el artículo, se habla del desarrollo del lenguaje, exponiendo que este comienza su desarrollo antes del nacimiento del niño (aproximadamente entre las diez y veinte semanas antes de nacer) y que en él tiene un papel muy importante la mielina para que la transmisión de información entre las neuronas sea eficiente (esta interviene antes del nacimiento hasta los dos años del niño/a). El niño/a diferenciará su lengua materna de otras al poco tiempo después de nacer. Al descubrirse que el desarrollo del lenguaje se producía de manera tan temprana, se pensó en aquellos niños/as sordos de

nacimiento y cuyos implantes cocleares eran implantados a los 2 años aproximadamente y en si la adquisición del lenguaje en estos era igual que en el resto de niños/as sin discapacidad.

Para resolver esta cuestión, un grupo de investigadores de la UMA comenzó una investigación de la que extrajeron las siguientes conclusiones:

- Con respecto a los primeros pasos del desarrollo lingüístico (balbuceo y primeras palabras) los niños/as con discapacidad auditiva, son igual e incluso más rápidos que los niños oyentes.
- En aspectos como la fonología, la gramática, etc., eran mucho más lentos pero a pesar de ello, llegan a adquirir el lenguaje con ayuda de la logopedia.
- El hecho de que vayan más lentos puede ser por la falta de mielinización en los dos primeros años de vida.

Asimismo, el artículo habla sobre las personas con daño cerebral y la adquisición del lenguaje en ellas. Se supo que estas personas podrán volver a aprender el lenguaje con los estímulos y la medicación adecuados.

- **Narbona, J., & Crespo-Aguilez, N. (2012). Plasticidad cerebral para el lenguaje en el niño y el adolescente. *Rev. Neurol*, 54(Supl. 1), 127-130.**

La plasticidad hace posible el modelado de la estructura y de las funciones del sistema nervioso a la largo de la vida y se trata de un proceso fundamental para el aprendizaje.

Así pues este artículo trata de explicar cómo los subsistemas neurocognitivos se desarrollan a ritmos diferentes y cómo la plasticidad y la debilidad neuronal son diferentes según

la edad y el subsistema en los que ocurre una lesión cerebral; por ejemplo en las afasias adquiridas a partir de los 5 años la recuperación y el desarrollo del lenguaje son variables y con dificultades en el acceso al léxico y la lectoescritura.

- **Rosenzweig, M. R., & Bennett, E. L. (1996). Psychobiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behavior. *Behavioural brain research*, 78(1), 57-65.**

En esta ocasión se presentan de manera esquematizada las ideas principales del artículo

- El entrenamiento o la experiencia ambiental diferencial puede producir cambios en el cerebro.
- Los efectos cerebrales significativos de las experiencias enriquecidas vs. empobrecidas podrían ser inducidos a lo largo de la vida y con períodos de exposición relativamente cortos. Estos efectos están muy ligados al aprendizaje.
- Los efectos cerebrales de la experiencia ambiental diferencial se desarrollan algo más rápido en animales más jóvenes que en animales más viejos.
- La magnitud de los efectos es a menudo mayor en los animales más jóvenes.
- Si el cerebro adulto sigue siendo plástico para un tipo concreto de experiencia ambiental depende de: la región del cerebro, el tipo de experiencia y quizás de circunstancias especiales que aumentan o deterioran la plasticidad.
- El rol de las experiencias ambientales es muy importante dentro del desarrollo de los niños. Los estudios con niños criados en ambientes

pobres muestran que tienen déficits cognitivos desde los 18 meses de edad.

- En los últimos años de la vida, la experiencia enriquecida también ayuda a asegurar el mantenimiento de la habilidad en la vejez.
 - Las personas que continúan aprendiendo activamente pueden mantener altos niveles de rendimiento. Por ejemplo, profesores de 60 años realizaron test de memoria y aprendizaje obteniendo los mismos resultados que profesores de 30 años.
 - El uso y la experiencia son especialmente eficaces a principios de la vida y establecen las bases para el uso posterior y el mantenimiento del cerebro y de la capacidad.
- **Casey, B. (2003). Brain plasticity, learning, and developmental disabilities. *Mental Retardation and developmental disabilities research reviews*, 133-134.**

Actualmente, se han abierto nuevas puertas para examinar el cerebro humano en desarrollo in vivo como consecuencia de ello, se están realizando esfuerzos para unificar la comprensión de la anatomía funcional del cerebro con procesos fisiológicos, celulares y moleculares que influyen en el desarrollo del comportamiento y que podrían abrir nuevas vías para la intervención terapéutica.

Este documento explica cómo la plasticidad y el aprendizaje del cerebro aumentan en el organismo inmaduro respecto al maduro en la velocidad, cantidad y calidad del aprendizaje y cambio después de la experiencia. Además pone de manifiesto que las experiencias que tienen lugar después del período crítico se cierran o tienen un efecto mínimo.

Finalmente mencionar que en este artículo se proporciona una serie de ejemplos que muestran interacciones claras entre las experiencias y los procesos programados genéticamente que se producen en este sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Canchota Martínez, E. & Velarde, R. (2016). *La plasticidad neuronal, también denominada neuroplasticidad, plasticidad neural o plasticidad*. PostPolio, un síndrome de alta frecuencia de discapacidad motriz. Recuperado de: <https://postpoliolitaffac.wordpress.com/la-plasticidad-neuronal-tambien-denominada-neuroplasticidad-plasticidad-neural-o-plasticidad>

Casey, B. (2003). Brain plasticity, learning, and developmental disabilities. *Mental Retardation and developmental disabilities research reviews*, 133-134. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12953291>

Coll Andreu, M. (2011). Plasticidad cerebral y experiencia: fundamentos neurobiológicos de la educación. *XII Congreso internacional de teoría de la educación* (págs. 1-20). Barcelona: Universitat de Barcelona. Recuperado de: <http://www.cite2011.com/Ponencias/MColl.pdf>

Cornelio-Nieto, J. O. (2009). Autismo infantil y neuronas en espejo. *Revista de neurología*, 48(2), 27-29. Recuperado de: http://sid.usal.es/idocs/F8/ART13829/autismo_infantil_y_neuronas_espejo.pdf

Garcés-Vieira M.V., Suárez-Escudero J.C. (2014) Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *Revista CES Med 2014*; 28(1): 119-132. <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v28n1/v28n1a10.pdf>

García Moreno, L. M. (2014). *Psicobiología de la educación*. Madrid: Síntesis.

Grupo Italfarmaco. (2016). *Desarrollo infantil*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2016, de Desarrollo psicológico: qué es la plasticidad cerebral: <http://www.desarrolloinfantil.net/desarrollo-psicologico/que-es-la-plasticidad-cerebral>

Moreno-Torres Sánchez, I., & Berthier Torres, M. L. (2012, abril). Plasticidad cerebral y lenguaje. *Uciencia*. 9, 24-27. Recuperado de: http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/4995/24_n9_Uciencia9.pdf?sequence=1

Narbona, J., & Crespo-Aguilez, N. (2012). Plasticidad cerebral para el lenguaje en el niño y el adolescente. *Rev. Neurol*, 54(Supl. 1), 127-130. Recuperado de: <http://www.neurologia.com/pdf/Web/54S01/bhS01S127.pdf>

Rosenzweig, M. R., & Bennett, E. L. (1996). Psychobiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behavior. *Behavioural brain research*, 78(1), 57-65. Recuperado de: http://ac.els-cdn.com/0166432895002162/1-s2.0-0166432895002162-main.pdf?tid=f2bd1b42-adb1-11e6-ba2f-00000aab0f6b&acdnat=1479489227_d8ffcacdfca3161ead21a2a9d4ddb43d

Rubia Vila, F. J. (2011). Las neuronas espejo. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina* (No. 2, pp. 319-332). Real Academia Nacional de Medicina. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4886804>