

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN

Fernando Maureira Cid*

Resumen

La neurociencia es la disciplina encargada de estudiar el cerebro y como éste da origen a la conducta y el aprendizaje. Los conocimientos entregados por esta disciplina constituyen una valiosa herramienta en el ámbito educativo, ya que enseña sobre la plasticidad del sistema nervioso, de la importancia del ambiente en el aula, las bases de la motivación, la atención, las emociones y la memoria, como constituyentes esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje, entre otras tantas cosas. El surgimiento de una nueva disciplina, la neuroeducación, abre las puertas al conocimiento entregado por la biología del cerebro para ser aplicado en la comprensión y elaboración de una mejor educación.

Claves: Educación – neurociencia – aprendizaje – cerebro – neuroeducación

NEUROSCIENCE AND EDUCATION

The neuroscience is the discipline entrusted to study the brain and as this one it gives origin to the conduct and the learning. The knowledge delivered by this discipline constitutes a valuable tool in the educational area, since it teaches on the plasticity of the nervous system, of the importance of the environment in the classroom, the bases of the motivation, the attention, the emotions and the memory, since constituent essential of the process of education - learning, between some other things. The emergence of a new discipline, the neuroeducación, opens the doors for the knowledge delivered by the biology of the brain to be applied in the comprehension and production of a better education.

Keywords: Education - neuroscience - learning - brain – neuroeducación

Introducción

La educación ha vivido constantes cambios a lo largo de la historia, bajo las reglas de las formas sociales imperantes en cada período, dado por paradigmas diversos, pero es sin duda, durante el siglo veinte que ha sufrido las modificaciones más vertiginosas en alas de los avances de diversas áreas, principalmente de la psicología. La comprensión del fenómeno del aprendizaje resulta fundamental a la hora de establecer estrategias y metas en la dinámica del enseñar, de forma tal que un profesor pueda generar un ambiente propicio para desencadenar el proceso del aprender.

“Carnine (1995), hace algo más de diez años atrás, ya se aventuraba a pensar que la investigación sobre el cerebro tendría repercusiones directas en la educación y, basándose en el trabajo del Premio Nobel de Medicina de 1972, Gerald

* Profesor de Educación Física y Licenciado en Educación, UMCE. Doctorando en Psicología, Universidad de Santiago de Chile.

Edelman, sobre la capacidad del cerebro humano para categorizar, postuló que esta capacidad podía ser la clave para comprender las diferencias individuales.”¹

El espacio que a comienzos del siglo pasado ocupó la psicología, en relación a las teorías del aprendizaje, ha venido a ser lentamente ocupado desde los años 50 y con gran fuerza desde la década de los 80, por las *neurociencias*. Esta disciplina es relativamente reciente, sin embargo, los logros alcanzados por ella en estas décadas la colocan a la vanguardia en la comprensión de los complejos procesos cognitivos.

“La Neurociencia no sólo no debe ser considerada como una disciplina, sino que es el conjunto de ciencias cuyo sujeto de investigación es el sistema nervioso con particular interés en cómo la actividad del cerebro se relaciona con la conducta y el aprendizaje”²

“El cometido de la neurociencia es comprender los procesos mentales merced a los cuales percibimos, actuamos, aprendemos y recordamos.”³

El proceso de aprendizaje puede verse esclarecido por los avances de las neurociencias, y esto significar un aporte sustancial al quehacer del docente. “Lo más importante para un educador es entender a las Neurociencias como una forma de conocer de manera más amplia al cerebro -cómo es, cómo aprende, cómo procesa, registra, conserva y evoca una información, entre otras cosas- para que a partir de este conocimiento pueda mejorar las propuestas y experiencias de aprendizaje que se dan en el aula.”⁴

Neuroimágenes y cerebro

La neurociencia utiliza variadas técnicas para el estudio del cerebro, como la biología molecular, celular, genética, neuroanatomía, etc., pero sin duda, las neuroimágenes han venido a revolucionar el campo de la comprensión de nuestro sistema nervioso. La posibilidad de ver al cerebro en acción cada vez que se realiza una función o una conducta, nos permite comprender como diversas zonas del encéfalo dan origen a dinámicas tan complejas como la memoria y el aprendizaje.

“Las actuales y sofisticadas técnicas de neuroimágenes se constituyen en verdaderos aportes para el área de la educación (Goswami, 2004a y b, Munakata, *et al.*, 2004, Posner, 2004, Posner y Rothbart, 2005, Sereno y Rayner, 2000,

1 De la Barrera, M.; Donolo, D. “Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje”. Revista Digital Universitaria, 2009, p.4

2 Salas, R. “¿La educación necesita realmente de la neurociencia?” Estudios Pedagógico, 2003, P.156

3 Kandel. E.; Schwartz, J.; Jessel, T. *Principios de neurociencia*. Madrid: McGraw- Hill, 2001. P.3

4 Campos, A. “Neurociencia: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano”. *La Educación*, 2010, P.5

Thirunavuukarasuu y Nowinski, 2003 y Voets y Matthews, 2005). Con la resonancia magnética funcional (fMRI), se puede marcar los cambios en la activación cortical que le siguen a una tarea de aprendizaje en un individuo, e incluso, por ejemplo, establecer comparaciones entre jóvenes y adultos.”⁵

En la década de 1970 se desarrolla la Tomografía Axial Computarizada (TAC) que entregaba una imagen estructural del cerebro mediante rayos X. En la década de 1980, la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) entrega imágenes estructurales de mayor resolución y sin utilizar radiación. Más recientemente se han generado aparatos que entregan imágenes funcionales, mostrando las áreas y estructuras del cerebro que se activan cuando se realiza una determinada actividad cognitiva, técnicas de Tomografía por Emisión de Positrones (PET), Tomografía Computarizada por Emisión de Fotones Simples (SPECT) y Resonancia Magnética Funcional (RMf).

Todas estas técnicas resultan fundamentales para avanzar en nuestro conocimiento del cerebro, en tanto, la estructura que genera toda nuestra experiencia como humanos.

Cerebro y aprendizaje

Para llegar a comprender a cabalidad el proceso educativo basado en el aprendizaje, es necesario conocer la base de dicho fenómeno, y para eso debemos comenzar por la exploración de nuestro sistema nervioso y su estructura constituyente: la neurona.

“El encéfalo es una red de más de 100.000 millones de células nerviosas delimitadas, que se interconectan en sistemas que producen nuestras percepciones del mundo externo, centran nuestra atención y controlan la maquinaria de acción. Por tanto, nuestro primer paso en el conocimiento de la mente es entender como las neuronas llegan a organizarse en vías de comunicación, y como células nerviosas individuales del encéfalo se comunican mediante la transmisión sináptica.”⁶

Las neuronas se relacionan unas con otras mediante un proceso llamado sinapsis, de esta forma la información que se produce por ejemplo, en la piel con el roce de algún objeto, se transmite a través de la médula espinal hasta llegar al encéfalo, mediante vías ascendentes. También las señales nerviosas pueden viajar desde el cerebro hasta el músculo en una vía inversa llamada, descendente. Las sinapsis también permiten el funcionamiento del cerebro en relación a las funciones cognitivas, gracias a ellas se genera la atención, la motivación, la memoria, el lenguaje, etc.

El cerebro también posee una capacidad de plasticidad enorme, es decir, va modificando sus conexiones neuronales, a cada momento. Es esta modificación en la estructura del encéfalo lo que permite el aprendizaje.

“La enseñanza y la formación en la niñez ofrecen estímulos intelectuales necesarios para el cerebro y su desarrollo, ya que permiten el despliegue de las capacidades cognitivas y hacen más viables los aprendizajes. Precisamente, entre los tres y los diez años el cerebro infantil es un buscador incesante de estímulos

⁵ De la Barrera, M.; Donolo, D. “Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje”. Revista Digital Universitaria, 2009, p.5

⁶ Kandel. E.; Schwartz, J.; Jessel, T. *Neurociencia y conducta*. Madrid: Prentice hall, 1997, p.3

que lo alimentan y que el mundo ofrece. Y, a su vez, es un seleccionador continuo que extrae cada diminuta parte que merece ser archivada. Esta decisión se basa en los procesos de atención que hacen que, de entre la amplia gama de estímulos, los órganos de los sentidos seleccionen los que conviene elaborar conscientemente.”⁷

Los principios de aprendizaje del cerebro según Caine y Caine (1997, citado en Salas, 2003) son:

1. El cerebro es un complejo sistema adaptativo: ya que funciona en muchos niveles al mismo tiempo, donde todo el sistema actúa al unísono y no es posible comprender los procesos explorando partes separadamente.
2. El cerebro es un cerebro social: es decir, se configura con nuestra relación con el entorno. El aprendizaje depende enormemente del entorno social en que se encuentre el individuo.
3. La búsqueda de significación es innata: la búsqueda del significado ocurre durante toda nuestra vida, y está dada por nuestras metas y valores. El significado se refiere al sentido de las experiencias.
4. La búsqueda de significado ocurre a través de pautas: que pueden ser mapas esquemáticos o categorías. El cerebro aprende con información con sentido, que es importante para quien aprende.
5. Las emociones son críticas para la elaboración de pautas: lo que aprendemos es influido por las emociones.
6. Cada cerebro simultáneamente percibe y crea partes y todos: El cerebro reduce la información a partes y al mismo tiempo percibe la totalidad de un fenómeno.
7. El aprendizaje implica tanto una atención focalizada como una percepción periférica: el cerebro recibe información consciente y también aquella que está más allá del foco de atención.
8. El aprendizaje siempre implica procesos conscientes e inconscientes.
9. Tenemos al menos dos maneras de organizar la memoria: sistemas para recordar información no relacionada (taxonómicos) motivada por premio y castigo. El otro sistema es el espacial/autobiográfico que permite el recuerdo de experiencias, motivada por la novedad.
10. El aprendizaje es un proceso de desarrollo: la plasticidad del cerebro permite la maleabilidad del mismo por la experiencia.
11. El aprendizaje complejo se incrementa por el desafío y se inhibe por la amenaza.
12. Cada cerebro está organizado de manera única.

Todos estos principios pueden ser trabajados desde la educación, mejorando el ambiente de enseñanza, adaptando los contenidos a diversos estilos de

⁷ De la Barrera, M.; Donolo, D. “Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje”. Revista Digital Universitaria, 2009, p.6

aprendizaje, tomando en cuenta las emociones y otras funciones cognitivas, generando conocimientos significativos para los estudiantes, etc. Todo lo cual repercutirá en una mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.

El proceso de aprendizaje es un fenómeno muy complejo, que puede ser definido como el cambio del conocer ⁸, en tanto, que todo conocer es hacer, siendo la vida misma un proceso de conocimiento ⁹

En el aprendizaje intervienen diversos procesos que tienen en común poseer una base biológica, donde la actividad molecular de las neuronas, en forma individual, y la actividad funcional de circuitos neuronales, que abarcan grandes números de ellas, son las claves para comprender procesos cognitivos superiores.

De ahí se desprende la importancia de conocer las bases estructurales y funcionales de nuestro sistema nervioso, comprender la naturaleza de las neuronas y como se relacionan formando núcleos y como estos se *comunican* entre sí para dar origen a un fenómeno cognitivo.

Educadores y su relación con la neurociencia

El aprendizaje esta constituido por un gran número de procesos, de los cuales los más importantes son, al menos la motivación, las emociones, la atención y la memoria. Todos son procesos neurales que es necesario tener en cuenta a la hora de enfrentar el desafío de la enseñanza y para esto se hace imprescindible que el profesor posea un conocimiento básico sobre la estructura y función del sistema nervioso. Este saber debe abarcar tanto un nivel macro, como los hemisferios cerebrales, núcleos más importantes, regiones relacionadas con ciertas funciones, etc.; como un nivel micro, relacionada a las neuronas y glías, y la forma de relación y comunicación entre ellas.

Este conocimiento se hace necesario en cualquier área en que un educador se desempeñe, no siendo restrictiva para ciertas disciplinas más científicas, sino más bien abarcando a toda la gama de asignaturas, desde las matemáticas, hasta la filosofía, pasando por las ciencias naturales, el lenguaje, la educación física y la música. El estudio del cerebro abre un campo enorme de posibilidades prácticas en educación, donde una mejor comprensión del funcionamiento cerebral lleva consigo una notable mejora de las técnicas educativas.

“Los aportes de las neurociencias, en cuanto a las investigaciones sobre el cerebro, han dado una mayor comprensión de cómo funciona y ello repercute en el mejoramiento de la habilidad del docente para enseñar, así como también en la habilidad del estudiante para aprender, toda vez que los resultados de estas investigaciones permiten diseñar nuevas estrategias de aprendizaje que puedan

⁸ Maturana, H.; Varela, F. *De máquinas y seres vivos*. Santiago. Universitaria, 1973.

⁹ Maturana, H.; Varela, F. *El árbol del conocimiento*. Santiago. Universitaria, 1984.

solventar, entre otras cosas, la proliferación de las prácticas inadecuadas, obsoletas, que afectan al sistema educativo actual.”¹⁰ (Aparicio, 2009, p. 3).

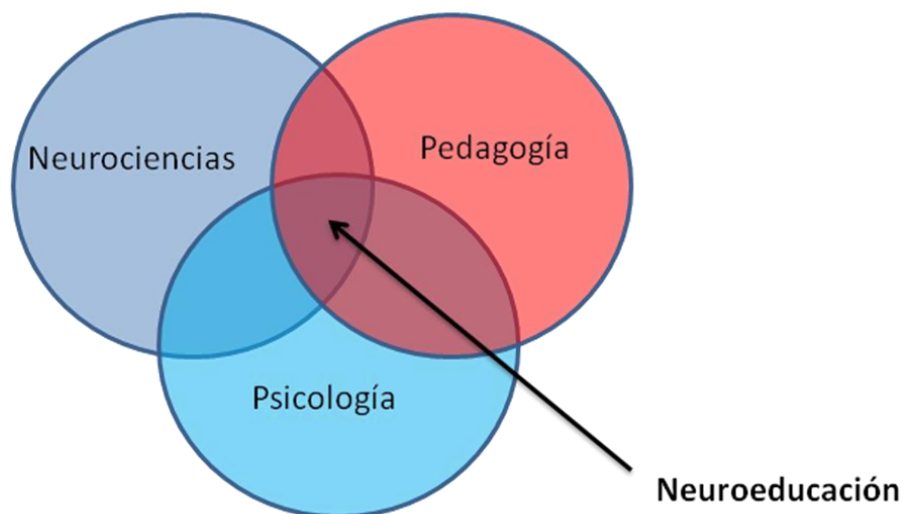
Para Zuluaga (2009) las neurociencias han ayudado a eliminar ciertos mitos con respecto al aprendizaje, por ejemplo:

a) Existen periodos sensibles ó críticos del desarrollo. Esto no es cierto ya que se sabe que la plasticidad neuronal que permite el aprendizaje dura toda la vida.

b) Existen diferencias funcionales localizadas de los hemisferios cerebrales, generando el cerebro izquierdo como matemático y lingüístico, y el derecho como artístico. Hoy se conoce la implicancia de zonas en diferentes hemisferios para realizar tareas específicas, no existiendo una especialización funcional que implica la actividad de una zona determinada en cada proceso cognitivo, sino más bien una situación de zonas y regiones *cómplices* para la realización de una actividad, etc.

Hace un tiempo “viene emergiendo una nueva ciencia, la Neuroeducación como una nueva línea de pensamiento y acción que tiene como principal objetivo acercar a los agentes educativos a los conocimientos relacionados con el cerebro y el aprendizaje, considerando la unión entre la Pedagogía, la Psicología Cognitiva y las Neurociencia.”¹¹ (Campos, 2010, p. 10).

Figura 1. Componentes que sustentan la neuroeducación



(Adaptado de Campos, 2010).

10 Aparicio, X. “Neurociencias y la transdisciplinariedad en la educación”. *Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, 2009, p.3

11 Campos, A. “Neurociencia: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano”. *La Educación*, 2010, p.10

La neuroeducación nos presenta una posibilidad enorme de trabajar de mejor manera el proceso de enseñanza-aprendizaje, entregándonos las bases y las herramientas para enfrentar la tarea de educar, mediante el conocimiento de la plasticidad cerebral, su funcionamiento en las actividades cognitivas, el rol del ambiente, la individualidad y al mismo tiempo las generalidades inherentes a todos los seres humanos en la forma de aprender, la importancia del lenguaje no verbal, la motivación y la atención frente a las actividades, las bases orgánicas de comportamiento de los alumnos, etc., todos factores importantes para los docentes, a la hora de enfrentar una clase.

“Estrechar la brecha entre las investigaciones en laboratorios de Neurociencias y la educación, no sólo facilitará la promoción de mejores programas educativos, sino que influenciará en el estilo de crianza en la familia y en toda la comunidad.”¹² (Campos, 2010, p. 12).

Para De la Barrera y Donolo (2009) la enseñanza afecta las funciones del cerebro, modificando las conexiones sinápticas. En esto, el ambiente afecta tanto la estructura como la funcionalidad del cerebro, durante toda la vida, no existiendo un único período sensible para el aprendizaje. El cerebro aprende y se modifica toda la vida, razón por la cual la universidad también se convierte en una instancia de promover un ambiente efectivo de la enseñanza, donde los objetivos y las metas de nuestros alumnos dependerán de las tareas académicas, en tanto, estas sean más significativas, con sentido, importantes, útiles, etc., permitirán aprender comprensivamente generando nuevas conexiones y modificando las sinapsis cerebrales.

En los comienzos de este siglo se hace necesario conocer el cerebro y sus funciones como una herramienta para mejorar la educación, al comprender que es lo que realmente sucede y como se genera el aprendizaje. Esto nos permitirá avanzar en el desarrollo de una educación de calidad.

“La formación de docentes, psicopedagogos, psicólogos educacionales y todos aquellos profesionales que tengan una relación directa con la educación y los aprendizajes, deben recibir conocimientos en neurociencias y quienes trabajen en neurociencias deben tener contacto con los educadores en general. Parece imposible y hasta suena un tanto utópico, pero lo real es que los avances están cada vez más instalados en nuestra cotidianeidad...desde nuestras Universidades, tanto en el plano de docencia como en el de investigación habrá que atreverse y enfrentar este gran desafío.”¹³ (De la Barrera & Donolo, 2009, p. 14).

Conclusiones

Los desafíos de la educación para el siglo XXI conllevan la necesidad de conocer el fenómeno de aprendizaje a cabalidad, y esto es posible sólo a través de la comprensión de los procesos neurales que sustentan dicha dinámica. Por tanto, se hace fundamental que los educadores conozcan las nociones básicas sobre el sistema nervioso, tanto las estructuras principales del cerebro, como las funciones relevantes de las neuronas y sus conexiones.

El conocimiento de los procesos cognitivos se hace fundamental para elaborar estrategias más adecuadas y eficientes para los estudiantes. La neuroeducación se convierte en el puente que permite unir las neurociencias como disciplina biológica

12 Campos, A. *“Neurociencia: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano”*. La Educación, 2010, p.12

13 De la Barrera, M.; Donolo, D. *“Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje”*. Revista Digital Universitaria, 2009, p.14

con la educación, de manera tal de comprender los procesos cerebrales que subyacen el aprendizaje, y desde ahí generar líneas educativas con una fuerte base científica, que redunde en una educación más eficiente.

Se hace imperativo incluir la asignatura de neuroeducación en todas las carreras de pedagogía, con el fin de entregar a los futuros educadores las bases necesarias para entender el proceso de enseñanza-aprendizaje, de manera tal, que puedan generar ambientes óptimos para el desarrollo académico y humano de sus estudiantes, basados en la conjunción de la biología del aprendizaje con la socialización en el aula.

Bibliografía

- Aparicio, X.** "Neurociencias y la transdisciplinariedad en la educación". *Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, 2009, 5, 2: 1-21.
- Campos, A.** "Neurociencia: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano". *La Educación*, 2010, 143: 1-14.
- De la Barrera, M.; Donolo, D.** (2009). "Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje". *Revista Digital Universitaria*, 10, 4: 1-18.
- Kandel. E.; Schwartz, J.; Jessel, T.** *Neurociencia y conducta*. Madrid: Prentice hall, 1997.
- Kandel. E.; Schwartz, J.; Jessel, T.** *Principios de neurociencia*. Madrid: McGraw- Hill, 2001.
- Maturana, H.; Varela, F.** *De máquinas y seres vivos*. Santiago. Universitaria, 1973.
- Maturana, H.; Varela, F.** *El árbol del conocimiento*. Santiago. Universitaria, 1984.
- Maureira, F.** "Ser humano: emociones y lenguaje." *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 2008, 11, 2: 83-96.
- Salas, R.** "¿La educación necesita realmente de la neurociencia?" *Estudios Pedagógico*, 2003, 29: 155-171.
- Zuluaga, J.** (2009). "Neurociencias y educación". *Foro Mundial de Grupos de trabajo por la Primera Infancia Sociedad Civil. Estado Cali, Colombia*, 2: 109-130.