



Neurociencia Educacional: Enseñando desde un nuevo concepto de aprendizaje

Anna Lucía Campos ¹

La educación, como disciplina que compendia saberes del aprendizaje y la enseñanza, recorrió un buen trecho sola, desligada de los avances científicos. Luego del realce de la psicología en el siglo XX, la ciencia se fue acercando cada vez más hacia la pedagogía, y es en este contexto que nace la psicología educativa, como entramado teórico-práctico de los procesos mentales que se necesitan para aprender. Aportes esenciales para la educación se hicieron cada vez más notorios - por ejemplo, el entendimiento acerca de cómo las personas procesan información, incorporan conocimientos, atienden, almacenan y evocan lo aprendido.

Pero no fue hasta la conocida “Década del Cerebro”, en 1990, que la educación comenzó a vislumbrar oportunidades de mayor comprensión de los procesos cognitivos que están vinculados al aprendizaje, ya que el fortalecimiento de la neurociencia en esta década fue notorio. A partir de nuevas metodologías de investigación, tecnologías de vanguardia, métodos más precisos de evaluación y medición del

cerebro, la neurociencia empieza a informar a la educación sobre aquellos aspectos fundamentales del funcionamiento del cerebro humano que son de alta relevancia para el contexto educativo.

Uno de los factores que revolucionó y amplió el conocimiento del cerebro humano es el uso de las neuroimágenes, que permiten ver y entender al cerebro humano en vivo. Es así que los investigadores lograron tener un conjunto de evidencias científicas que van conformando nuevos senderos sobre la manera en que el cerebro aprende, se modifica frente a las experiencias, genera comportamientos, entre otros.

Sin duda alguna, en los últimos treinta años, la neurociencia y la educación han abierto un espacio de diálogo, investigación y acción. A cada año, esta unión se fue fortaleciendo a tal punto de generar una nueva rama de la neurociencia denominada neurociencia educacional, una disciplina emergente que une mente, cerebro y educación

para investigar y entender la base neurobiológica del proceso de aprendizaje.

¿Por qué son tan importantes estos aportes de la neurociencia a la educación? La posibilidad de entender cómo el cerebro aprende y todos los factores que influyen en el aprendizaje definitivamente le permitirá al educador resignificar su proceso de enseñanza, construir nuevas estrategias, diseñar e innovar sus metodologías, mejorar las relaciones interpersonales en los entornos educativos, optimizar recursos, entre tantas otras acciones. En este sentido, en el presente artículo, revisaremos algunos aportes básicos que nos da la neurociencia y que permiten fundamentar cambios en la práctica pedagógica, invitando al educador a enseñar pensando en el cerebro que aprende.



¹ Child Development Lab IDEA
ASEDH- Asociación Educativa
para el Desarrollo Humano

El aprendizaje está vinculado con factores genéticos y ambientales

Los estudiantes responden de manera diferente a la educación, debido a la influencia de los genes y el ambiente (The Royal Society, 2011). Investigaciones han concluido que los gemelos idénticos, que poseen el mismo material genético, son más similares que los gemelos no idénticos en cuanto a la personalidad, y habilidades de lenguaje y matemática. Sin embargo, si bien se puede hablar de una predisposición genética parcial que conduce hacia un nivel específico de habilidades cognitivas, no se ha encontrado un único gen que determine a un buen o mal lector, por ejemplo (Bishop, 2009). Lo que sí existe son diversos genes que pueden ser modificados por factores ambientales, como la dieta alimenticia (Jaenisch y Bird, 2003; Waterland y Jirtle, 2003), la exposición a sustancias químicas (Dolinoy y Jirtle, 2008) y las relaciones interpersonales (Champagne y Curley, 2005; Rutter et al., 1997; Van Praag, Kempermann y Gage, 2000).

Al entender que la interacción entre factores genéticos y ambientales resulta en una gran variabilidad entre personas, los educadores podrán entender las capacidades de aprendizaje de sus estudiantes (Taylor, Roehrig, Hensler, Connor y Schatschneider, 2010). Por ello, podrán entender que el proceso de aprendizaje está vinculado a la variabilidad individual; en otras palabras, tendrá que prestar mayor atención en el proceso de aprendizaje de cada uno de sus estudiantes.

El cerebro es plástico; por ello, tiene una enorme capacidad de aprendizaje

El cerebro es un órgano que se encuentra en constante cambio. Cada actividad que realizamos modifica nuestro cerebro, bien sea por un periodo corto o largo. Cuando ejecutamos una acción, sea caminar, hablar, observar, interactuar, dormir, aprender, atender, jugar, las neuronas se activan y disparan señales eléctricas, lo que hace del cerebro un órgano en constante actividad. Debido a que las conexiones neuronales se fortalecen ante los disparos continuos y se debilitan por la ausencia de

potenciales de acción (The Royal Society, 2011), el cerebro está en permanente actividad, identificando aquellos estímulos que tienen mayor relevancia y dejándose modelar a partir de la estimulación ambiental. En otras palabras, las neuronas que disparan juntas, permanecen juntas (Hebb, 1949), lo que fortalece diferentes funciones que se vinculan a los intrincados circuitos y redes que van conformándose desde los primeros momentos del proceso de neurodesarrollo.

Una de las actividades más fenomenales del cerebro humano es su capacidad de responder a estímulos intrínsecos o extrínsecos para seguir transformándose a sí mismo, aprendiendo de las experiencias y si necesario, modificarse a nivel estructural, funcional o a nivel de conectividad entre las células nerviosas. A este proceso, o capacidad que tiene el cerebro de ser modelado por diferentes factores, se le conoce como neuroplasticidad o plasticidad cerebral.

Los estudios en neuroplasticidad llevaron a los investigadores a diversos descubrimientos. Por ejemplo, los cambios en la morfología y funcionalidad cerebral indican que existen periodos sensibles, o de mayor receptividad del cerebro, para los estímulos que componen determinadas experiencias.

De igual manera, se descubrió que el proceso de maduración cerebral es paulatino y que los periodos de la infancia y adolescencia son esenciales pues la gran plasticidad del cerebro en estas etapas puede definir en gran medida el proceso de desarrollo humano y por ende el aprendizaje (Andresen, 2003; Johnson, 2001; Knudsen, 2004; Lenroot y Giedd, 2006; Shaw et al., 2008; Thomas y Knowland, 2009).

Asimismo, los estudios en plasticidad dependiente de la experiencia demostraron que existen determinadas habilidades que necesitan ser entrenadas para mantener los cambios cerebrales: úsalo o piérdelo (The Royal Society, 2011), como son los aprendizajes de mayor complejidad (por ejemplo, aprender a leer).

Por otro lado, resulta relevante observar otra implicación directa de la neuroplasticidad en los estudiantes. En tanto esta característica permite que el cerebro cambie con la experiencia, algunos rasgos de personalidad, hábitos, comportamientos y preferencias pueden modificarse. Esto significa que es coherente con los aportes de la neurociencia erradicar de los sistemas educativos la práctica común y generalizada de colocar rótulos rígidos a cada estudiante -considerar la diferencia entre desempeño y competencia, o sea, no concluir que un estudiante no sabe algo (competencia específica) simplemente porque no logra demostrar su conocimiento en un determinado momento (desempeño)-.

Si el cerebro es plástico y las experiencias modifican al cerebro, el educador podrá apostar más por la resiliencia, por la maleabilidad del cerebro, que por el estancamiento en el aprendizaje. Esto mejorará sus acciones, relaciones e intervenciones de enseñanza para abrir un nuevo repertorio de prácticas que permitan profundizar las experiencias de aprendizaje para que estas se transformen en competencias específicas.

El cerebro tiene mecanismos de autorregulación y esta impacta en el aprendizaje

En las últimas décadas, la neurociencia, en conjunto con los hallazgos de la psicología cognitiva, ha encontrado resultados significativos en torno a la autorregulación que es grosso modo la regulación de pensamientos, comportamientos y emociones, lo que permite inhibir la impulsividad.

Los últimos estudios han concluido que la capacidad de autorregulación empieza su desarrollo en los primeros años de vida, aunque en menor grado, y continúa mejorando en la adolescencia y adultez temprana (Blakemore y Choudhury, 2006). Esto se debe a que la corteza prefrontal, región cerebral involucrada con esta capacidad, cambia durante estos periodos del desarrollo (Luna y Sweeney, 2004). Las investigaciones también indican que la habilidad para resistir tentaciones o postergar gratificaciones en la infancia se vincula con mejores logros en la educación secundaria (Mischel, Shoda y Rodriguez, 1989).



Los análisis de campo más actuales, se enfocan en la eficacia de programas que refuerzan la autorregulación en los contextos educativos. De hecho, es de vital importancia que el educador entienda los procesos y mecanismos que favorecen el autocontrol y la autorregulación en sus diferentes dominios, con el fin de aportar de forma positiva en la vida de un estudiante (The Royal Society, 2011).

La educación mejora las capacidades cognitivas

Hablar de mejora cognitiva es referirse al incremento cualitativo y cuantitativo de habilidades que subyacen a los procesos cognitivos básicos para el aprendizaje, como la atención, la memoria, el lenguaje o la capacidad para resolver problemas.

Para este fin, la educación resulta exitosa (Bostrom y Sandberg, 2009), puesto que un conjunto significativo de actividades que planifica un educador estimulan en sus estudiantes el desarrollo de habilidades muy complejas (entre ellas el pensamiento abstracto y la flexibilidad cognitiva a partir de ejercicios de matemática, por ejemplo).

Además, las investigaciones en neurociencia sugieren que la educación puede entrenar la resiliencia, que es la capacidad para afrontar de manera adaptativa diferentes estresores y ambientes adversos al desarrollo.

Incluso, se puede hablar de un factor protector resultante de la educación, puesto que se ha encontrado, entre otras evidencias, una relación inversa entre logro académico y riesgo de demencia (Barnett y Sahakian, 2010; Elliott, Sahakian y Charney, 2010). Asimismo, la salud física, el sueño, el ejercicio y la nutrición son factores que influyen de manera decisiva en las funciones cognitivas (The Royal Society, 2011).

Existen diferencias individuales en el aprendizaje

Como somos seres únicos, sabemos que existen diferencias individuales que se notan claramente en el momento del aprendizaje. Para que un estudiante aprenda, varios factores están en juego, entre ellos, la carga genética; los perfiles emocional, cognitivo y social; además de las fortalezas y debilidades construidas a partir de sus experiencias. En este sentido, un educador puede fácilmente identificar a algunos de sus estudiantes que les cuesta aprender o desarrollar habilidades en dominios específicos, como en las matemáticas; así como identificar a aquellos que batallan en todos los dominios y no llegan a logros significativos.

Actualmente, una de las áreas de estudio que va desarrollándose con mucha fuerza en diferentes campos de la neurociencia está relacionada con la identificación de las bases cerebrales de las dificultades en el aprendizaje. Esto permitirá comprenderlas para diagnosticarlas e intervenir de la mejor manera posible. Muchas investigaciones se han centrado en el estudio de la dislexia, discalculia, dificultades de aprendizaje en general y el trastorno por déficit de atención con hiperactividad, con fuertes evidencias que el educador puede ayudar a sus estudiantes a aprender a pesar de sus perfiles. En los estudios más recientes, se ha encontrado que, entre otras cosas, las dificultades de aprendizaje presentan sus propios marcadores cerebrales y que existe una amplia evidencia sobre la implicación de los genes en estas. No obstante, no se ha identificado un gen único; se trata de varios genes involucrados y su interacción con el ambiente.

Todos estos descubrimientos deben motivar al educador a cambiar su percepción de problemas a dificultades, a ser más flexible, a cuidar el contexto del aprendizaje y ubicar los obstáculos neurocognitivos para diseñar mejores estrategias pedagógicas (The Royal Society, 2011).

Las emociones y las relaciones interpersonales también son importantes para el aprendizaje

Las investigaciones en neurociencia de la emoción demuestran de manera notable que existe un vínculo fuerte entre la cognición y las emociones. Este nuevo entendimiento tiene la potencialidad de mejorar la comprensión del aprendizaje en contextos académicos (Immordino-Yang y Damasio, 2007). En la década de 1980, el razonamiento, el aprendizaje y el lenguaje eran vistos como procesos de alto orden que no negociaban con las emociones, sino que se imponían. En este sentido, se ignoraba el papel crítico del aspecto afectivo en el pensamiento racional (Damasio, 1994). Por ello, en muchas escuelas, el aprendizaje es entendido como un proceso favorecido por las más altas capacidades cognitivas, disociadas completamente de la emoción y del cuerpo. Investigadores como Immordino-Yang observan el aprendizaje como un proceso complejo, relacionado tanto con las emociones como con el cuerpo. Asimismo, afirman que el aprendizaje no se puede separar del componente social: el cerebro evolucionó de tal forma que las decisiones que tomamos, sean triviales o de resolución de ecuaciones matemáticas, se encuentran matizadas por las estructuras sociales. Cuando un estudiante resuelve problemas aritméticos, lo que en realidad hace es una toma de decisiones afectada por las recompensas, castigos, expectativas, entre otros factores. Todo ello se encuentra relacionado con las emociones. De esta forma, las emociones pueden verse como una forma básica de toma de decisiones. Es así que los procesos cognitivos, como la atención, la memoria, el aprendizaje y la toma de decisiones, se ven afectados por las emociones (Immordino-Yang y Damasio, 2007).

En tanto las emociones son importante para el aprendizaje, existen situaciones y experiencias afectivas que dificultan este proceso. El estrés modifica el cerebro, la fisiología del cuerpo y afecta directamente las capacidades cognitivas. En esta línea, un contexto estresante puede mermar significativamente el nivel de atención, memoria y

toma de decisiones, por lo que imposibilitaría a un estudiante que aprende de forma adecuada.

Por otro lado también sabemos que el cerebro responde a las recompensas y expectativas. Algunas investigaciones también vienen entendiendo el efecto de las recompensas en el aprendizaje. El sistema de recompensa reacciona ante el error de predicción, que es el resultado de confrontar lo que esperamos y lo que obtenemos. Los investigadores afirman que hacer mejores predicciones resulta ser un gran reforzador. Este conocimiento modifica la noción que se tiene de recompensa y motivación en la escuela (Howard-Jones y Demetriou, 2009).



“El aprendizaje es un proceso cíclico continuo, que está relacionado con los cambios que ocurren en un individuo a escala neuronal, cognitiva y conductual (motor-social-emocional-moral). Es el resultado de la interacción entre factores genéticos y ambientales, modulado por el proceso de neurodesarrollo y por la calidad de las experiencias a nivel individual y cultural. Es vital para el ser humano, pues permite su adaptación al entorno, su supervivencia, su desarrollo y su interacción con el medio y las personas que lo componen.”

(Campos, 2012)

El cerebro utiliza mecanismos naturales de aprendizaje de cada dimensión del desarrollo así como recluta diferentes sistemas, circuitos y funciones y los coloca al servicio del aprendizaje

El desarrollo humano ocurre en seis grandes dimensiones: emocional, motora, social, cognitiva, sensorial y moral. Cada una de estas dimensiones cuenta con mecanismos propios para aprender (por ejemplo, en la dimensión social vemos como el contagio es una de las formas más rápidas de aprender del otro, gracias a una clase de empatía que llamamos empatía motora). Estas dimensiones reclutan diferentes funciones cerebrales, como la atención, las funciones ejecutivas, los sistemas de memoria, el movimiento o el lenguaje para que participen activamente de las situaciones de aprendizaje, abriendo un espectro mucho más amplio de lo que se imagina el educador en el cerebro del estudiante. En este sentido, las evidencias van sugiriendo que nuestras aulas necesitan ser más dinámicas en forma y fondo, que los educadores necesitan ser más creativos al traer en su práctica pedagógica una gama más amplia de actividades en función a este gran número de posibilidades de aprendizaje que poseen sus estudiantes, encontrando formas más flexibles para transitar de una situación de aprendizaje centrada en el profesor al aprendizaje centrado en el estudiante y desde sus propias perspectivas.

El cerebro humano vino programado genéticamente para aprender y frente a las situaciones de aprendizaje, activa varios circuitos nerviosos desencadenando una posible ruta que va incorporando diferentes sistemas que, cada uno en su función, realiza una tarea que contribuirá posteriormente con la consolidación final de lo aprendido. Pensemos en una situación de aprendizaje y veamos algunas de las funciones y procesos cognitivos que están involucrados. Para iniciar el proceso de aprendizaje, el cerebro necesita percibir y codificar una información (input) y para ello utiliza sus recursos a nivel de sensación y percepción: capta los estímulos por medio de los órganos sensoriales, interpreta a nivel de

percepción y abre los canales para que estos ingresen.

En esta etapa inicial del aprendizaje, juegan un papel fundamental la motivación, la atención y la memoria. La motivación permitirá que la propuesta ingrese pues hay interés, curiosidad y emociones positivas hacia ella. Esto despertará al sistema atencional que permitirá que el alumno(a) procese la información más relevante ignorando otros estímulos (externos o internos) y empiece a adquirir, de manera directa o indirecta, la nueva información. A partir de este nivel, se da inicio a una serie de operaciones mentales que, entre otras, tienen que ver con el control voluntario de la atención para que se ejecuten las tareas asociadas que se requieren, con las habilidades del pensamiento y el lenguaje. Algo que ayudará en este momento, es encontrar información previa que facilite la adquisición del nuevo conocimiento y esta debe estar almacenada en los sistemas de memoria.

El cerebro entonces pasa a “abrir” los archivos de memoria para ver qué tiene archivado allí que lo ayude a la comprensión del nuevo aprendizaje y, a la vez, empieza a prepararse para adquirir, codificar y almacenar lo que aprender. En paralelo, está trabajando el sistema motor, quien a través de las habilidades motrices gruesas o movimientos sutiles y refinados comienza a trabajar para adquirir la habilidad. En este momento, los recursos físicos, materiales concretos y tareas de manipulación, ganan su espacio para ayudar en la elaboración del aprendizaje. Como el aprendizaje se caracteriza por la habilidad de adquirir nuevas informaciones, es de fundamental importancia que el educador no solo propicie verdaderas oportunidades de entendimiento de la propuesta de aprendizaje sino también que se certifique que el alumno(a) la está incorporando de manera adecuada. Para ello, la retroalimentación es un excelente recurso: escuchar a los alumnos(as), realizar pequeños ejercicios sin nombrarlos como evaluación o hacer otra actividad que le permita saber qué entendieron. Las mejores actividades son las que involucran tanto el aprendizaje explícito (discusiones grupales, debates,

lectura, etc.) como el aprendizaje implícito (metáforas, proyectos, juegos, experiencias, dramatizaciones, grabaciones, etc.). De igual manera, llevarlos a la metacognición, los ayudará a certificarse de sus propias rutas y capacidades de aprendizaje.

Además, cabe considerar que el cerebro tiene sistemas naturales de aprendizaje vinculados a las seis dimensiones del desarrollo humano. Planificar actividades considerando dichas dimensiones abrirá las puertas del aprender desde lo sensorial, motor, cognitivo, moral, social y emocional. Frente a las experiencias de aprendizaje, el educador debe desempeñar un papel básico de mediador, marcando así el andamiaje adecuado para llevar a sus estudiantes a apropiarse del nuevo conocimiento. Siguiendo la secuencia, las funciones ejecutivas comienzan a jugar un rol interesante ya que tanto el control inhibitorio exige mantener el enfoque como la flexibilidad cognitiva ayuda a replantear lo planificado frente a un resultado inadecuado inesperado.

Luego de que el cerebro practique lo aprendido, la memoria comienza su labor para cimentar el aprendizaje y archivarlo en los sistemas que dispone, según la información que será almacenada. El tipo de información que fue aprendida, la manera en que fue codificada, organizada y archivada, serán los requisitos para que se logre evocar lo aprendido de forma efectiva y se compruebe que el aprendizaje se hizo real, significativo y funcional. Esta es una muy resumida secuencia de acontecimientos que suceden mientras aprenden los alumnos(as) y, por ello, la planificación de las actividades y estrategias de enseñanza permitirá que el educador vincule su práctica pedagógica al maravilloso sistema natural del aprendizaje del cerebro, contribuyendo significativamente con el promover, desarrollar y fortalecer la red de conexiones neuronales que, finalmente, sustentan todo lo aprendido.

Lo que aprendemos se almacena en diferentes sistemas de memoria

La habilidad de adquirir, formar, conservar y recordar la información depende de factores endógenos (internos) y exógenos (externos), de las experiencias y de la metodología de aprendizaje utilizada por el educador. Una de las habilidades cerebrales más importantes para el aprendizaje, es la memoria. La memoria no solo juega un papel fundamental como una habilidad en sí misma, sino que también es una de las herramientas básicas para el buen desarrollo y funcionamiento de otras habilidades.

Puesto que el aprendizaje es el objetivo máximo en educación, se hace necesario entender la interdependencia entre memoria y aprendizaje, ya que, es a través del aprendizaje que grabamos datos en la memoria para que en un determinado momento, este aprendizaje pueda ser recuperado y aplicado. En el campo pedagógico, en cada curso nuevo hay una mayor exigencia de las habilidades relacionadas con la memoria, puesto que los aprendizajes se vuelven cada vez más complejos. Es de vital importancia que el educador entienda la estrecha relación entre la memoria y el aprendizaje para, a partir de ahí, planificar estrategias que armonicen con los sistemas naturales que tiene el cerebro para aprender y que realmente permitan que el conocimiento llegue a ser comprendido y almacenado en el cerebro. Además, tener conocimientos acerca del funcionamiento de la memoria, permitirá al educador personificar el aprendizaje, puesto que cada alumno(a) es un individuo y su capacidad de memoria va a depender exclusivamente de su cerebro y de la influencia de factores como el consumo de glucosa, los niveles de estrés, el nivel nutricional, el uso de drogas o medicamentos, etc.

De una forma simple, podemos entender la memoria como la persistencia del aprendizaje en un estado que puede ser evidenciado posteriormente; es el proceso por el cual el conocimiento es codificado, almacenado, y posteriormente recuperado. Las teorías cognitivas, sumadas a las

evidencias neurocientíficas, vienen sugiriendo que la memoria es mantenida por múltiples sistemas cognitivos y neuronales, por ello, no la podemos ubicar en una sola estructura o circuito. Para diferentes memorias usamos, entonces, diferentes mecanismos neuronales. Estos mecanismos nos permiten almacenar lo aprendido en función al tiempo y al tipo de información.

Para que podamos aprender y retener lo aprendido es necesario la codificación de la información (procesamiento de la nueva información a ser almacenada – primero hay un registro en archivos sensoriales seguido de análisis sensorial y luego se adquiere una fuerte representación de la información para consolidarla a través del tiempo), luego su almacenamiento (como resultado de la adquisición y de la consolidación, se crea y se mantiene un registro permanente de lo aprendido) para por fin llegar a la evocación (y utilizar la información almacenada para crear una representación consciente o para ejecutar un comportamiento aprendido, una tarea mental, etc.). Todos estos mecanismos van a permitir que el aprendizaje esté almacenado en diferentes sistemas de memoria: memoria sensorial, memoria de trabajo, memoria de corto plazo, memoria de largo plazo explícita de tipo semántica, memoria de largo plazo explícita de tipo episódica, memoria de largo plazo implícita de tipos procedimental, asociativa condicionada, tipo Priming y tipo no asociativa.

La interacción social tiene gran impacto en el desarrollo y aprendizaje:

Hoy, ya sabemos que no se debe considerar al cerebro como un ente aislado que se desarrolla solo a partir de unas coordinadas genéticas, sino que es un órgano expectante y dependiente de la experiencia, que compartirá con el entorno desde el mismo vientre materno. Se reconoce que el impacto provocado por el ambiente intrauterino, familiar, vecinal, sociocultural y económico puede diferenciar la ruta inicial del crecimiento y desarrollo cerebral ya programada genéticamente.

Como seres genuinamente sociales, las investigaciones en el campo de la neurociencia

social toman una vital importancia no solo en el sentido de que nos permitirán entender los procesos y sistemas biológicos en relación con el entorno, sino que, principalmente, nos proporcionará datos importantes acerca de los comportamientos sociales y de su impacto en la salud, en la convivencia social, en la consciencia social y en la calidad de los entornos y, en nuestro caso, de los entornos educativos.

El cerebro social se define como una compleja red de regiones cerebrales que están involucradas en la cognición social, que nos permite reconocer a los demás, inferir sus estados mentales (intenciones, deseos, creencias), sus sentimientos, disposiciones y acciones para darnos la indicación de cómo podemos interactuar (Blakemore, 2008, 2010; Frith, 2007; Grossmann & Johnson, 2007). En definitiva, la influencia del ambiente en el funcionamiento del cerebro es más evidente y, el medio sociocultural donde un individuo crece y se desarrolla, marcará tanto sus diferencias individuales como perfilará algunos de sus comportamientos sociales.

Somos seres sociales desde el comienzo de nuestras vidas y este cerebro social que fue co-evolucionado con la historia de la humanidad y sus culturas, viene desempeñando roles de altísima importancia relacionados con nuestra supervivencia, la adaptación a los diferentes entornos y contextos y nos fue dando las herramientas necesarias para transitar entre diferentes estadios, ambientes y culturas, haciéndonos más hábiles para vivir y convivir con los demás. La interacción es fundamental para el desarrollo del ser humano, desde los primeros momentos de la vida.

A partir de los primeros años de vida, el cerebro social se desarrolla de una forma espectacular, pues es a través de la interacción con los demás y con los diferentes entornos, que sacará los insumos para desarrollar las tan necesarias habilidades sociales. Al entrar en la adolescencia, el entorno social toma una importancia mucho más grande, ya que la

compañía de los pares llega a ejercer una gran influencia en las dimensiones social y afectiva y va modulando el cerebro social, tanto para bien, como para mal. Es allí, que la maduración o el proceso de mielinización de las regiones prefrontales, como hemos mencionado anteriormente, permitirá el desarrollo de habilidades y capacidades de gran importancia para generar un comportamiento social adecuado, como es el caso de la autorregulación o el control inhibitorio.

Además, el cerebro social es el responsable por el desarrollo de la cognición social. El campo de investigación en cognición social intenta entender y explicar cómo los pensamientos, sentimientos y conducta de los individuos son influenciados por la presencia -y/o interacción- con el otro; por lo que las investigaciones en neuronas espejo en seres humanos y la teoría de la mente, son cruciales para este campo. En los entornos educativos, la interacción es una constante, por lo que el aprendizaje social también lo es. La imitación, la identificación y copia de patrones de comportamiento, la influencia del otro, la presión social, las actitudes prosociales o antisociales, son algunas de las piezas que arman el rompecabezas de la dimensión social. Es por ello, que el educador necesita entender cómo funciona este cerebro social que se alimenta de lo que observa, escucha, percibe, siente y recibe del ambiente.

Si pudiéramos resumir en dos grandes aspectos las funciones de nuestro cerebro social, tendríamos que mencionar que su gran desafío está en aprender del entorno y regular el comportamiento social. Cada estudiante va creciendo y desarrollándose aprendiendo de las personas de su entorno y de las experiencias vividas y, mientras su cerebro también crece y se desarrolla, el ambiente lo va modelando. Este proceso de aprendizaje, que se da a lo largo del ciclo vital pero que es altamente significativo en la primera infancia, lo va a llevar a la comprensión de los comportamientos y reglas sociales.

En conclusión, la neurociencia viene aportando conocimiento significativo que puede impactar en

los procesos de enseñanza y aprendizaje. Con todo el bagaje empírico e investigativo, la neurociencia educacional viene construyendo un conjunto de evidencias relevante que permite la mejora de la educación desde una mirada científica.

Aunque las investigaciones sobre el cerebro humano, como las mencionadas anteriormente, van acercándose más al contexto educativo, muchas de las afirmaciones que hacen varios educadores, los medios de comunicación y las personas en general, sobre cómo es y cómo funciona el cerebro son malas interpretaciones, generalizaciones erróneas, especulaciones o neuromitos que, finalmente, no contribuyen al fortalecimiento de la neurociencia educacional. Es por ello, que tenemos la gran responsabilidad de filtrar información, erradicar y evitar neuromitos, construyendo sobre principios sólidos, una nueva ciencia que unirá investigación y práctica a favor del desarrollo y aprendizaje de millones de estudiantes (Campos, 2013).

Para ello, es de máxima importancia que el educador tenga un conocimiento elemental de la estructura macroscópica y microscópica del cerebro, su funcionamiento y su enorme relación con el aprendizaje. Se hace necesaria una nueva propuesta de formación en neuroeducación para docentes, una línea de pensamiento y acción con rigurosa formación interdisciplinaria para fomentar la unión entre investigación y práctica educativa, entre investigadores neurocientíficos y profesionales de la educación. La neuroeducación ayudará a formar en los docentes las bases del conocimiento científico que va a contribuir significativamente con la innovación y transformación de los procesos de aprendizaje y enseñanza.

Sin embargo, vemos tantas carencias en las reformas planteadas en los sistemas educativos de los diferentes países porque han buscado una transformación sin antes entender que esta viene desde adentro, de las estructuras mentales, del cerebro de uno mismo, para que a partir de allí, se puedan replantear las políticas públicas educativas,

la propuesta curricular y las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Es por ello, que el educador es pieza fundamental en esta transformación, al aprender e incorporar de los aportes de la neurociencia educacional en los entornos educativos. Su capacidad, creatividad, responsabilidad, conocimientos y pasión son sus principales recursos para la transformación de la educación. Comprender al cerebro que aprende, permitirá al educador repensar su forma de enseñar, recreando su propia misión de vida al entender el enorme valor que tiene en la vida y desarrollo de otros seres humanos. Finalmente, la neurociencia educacional no solo aportará al educador conocimiento acerca de las bases neurobiológicas que subyacen al aprendizaje, sino que aportará al sistema educativo una base sólida, científica, que podrá sostener acciones de gran envergadura en las políticas públicas educativas, en la formación inicial y continua del docente, en el diseño curricular y en las estrategias de enseñanza, que en conjunto, podrán llevarnos a una verdadera transformación de la educación.

REFERENCIAS:

- Andresen, S. L. (2003). Trajectories of brain development: point of vulnerability or window of opportunity? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(1–2), 3–18. Recuperado de [http://dx.doi.org/10.1016/S0149-7634\(03\)00005-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0149-7634(03)00005-8)
- Barnett, J. H., & Sahakian, B. J. (2010). Cognitive reserve and mental capital. En G. L. Cooper, J. Field, U. Goswami, R. Jenkins & B. J. Sahakian (Eds.), *Mental capital and wellbeing*. London: Wiley-Blackwell.
- Bishop, D. V. M. (2009). Genes, cognition and communication: insights from neurodevelopmental disorders. The Year in Cognitive Neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 1–18. doi: 10.1111/j.1749 6632.2009.04419.x
- Blakemore, S.-J. (2008). The social brain in adolescence. *Nature reviews. Neuroscience*, 9(4), 267–277. doi:10.1038/nrn2353
- Blakemore, S.-J. (2010). The Developing Social Brain: Implications for Education. *Neuron*, 65(6), 744–747. doi:10.1016/j.neuron.2010.03.004
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 47, 296–297. doi: 10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x
- Bostrom, N., & Sandberg, A. (2009). Cognitive Enhancement: methods, ethics, regulatory challenges. *Science and Engineering Ethics*, 15(3), 311–41. doi: 10.1007/s11948-009-9142-5
- Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educación. Revista Digital*, 1–9.
- Campos, A. L. (2013). La Neuroeducación: descartando neuromitos y construyendo principios sólidos. *Neurocircuito*, 1–15.
- Champagne, F. A., & Curley, J. P. (2005). How social experiences influence the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(6), 704–709. doi: 10.1016/j.conb.2005.10.001
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain*. New York: Avon Books.
- Della Sala, S. (1999). *Mind Myths: Exploring Popular Assumptions about the Mind and Brain*. New York: Wiley.
- Dolinoy, D. C., & Jirtle, R. L. (2008). Environmental epigenomics in human health and disease. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 49(1), 4–8. doi: 10.1002/em.20366

- Elliott, R., Sahakian, B. J., & Charney, D. (2010). The neural basis of resilience. En G. L. Cooper, J. Field, U. Goswami, R. Jenkins & B. J. Sahakian (Eds.), *Mental capital and wellbeing*. London: Wiley-Blackwell.
- Frith, C. D. (2007). The social brain? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1480), 671–678. doi:10.1098/rstb.2006.2003
- Goswami, U. (2004). Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*, 74, 1-14. Recuperado de doi:10.1348/000709904322848798
- Grossmann, T., & Johnson, M. H. (2007). The development of the social brain in human infancy. *European Journal of Neuroscience*, 25(4), 909–919. doi:10.1111/j.1460-9568.2007.05379.x
- Hebb, D. (1949). *The Organization of Behavior*. Wiley: New York.
- Howard-Jones, P. A., & Demetriou, S. (2009). Uncertainty and engagement with learning games. *Instructional Science*, 37, 519-536. doi: 10.1007/s11251-008-9073-6
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3-10. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x>
- Jaenisch, R., & Bird, A. (2003). Epigenetic regulation of gene expression: how the genome integrates intrinsic and environmental signals. *Nature Genetics*, 33, 245-254. doi: 10.1038/ng1089
- Johnson, M. H. (2001). Functional brain development in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 475-483. doi: 10.1038/35081509
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive Periods in the Development of the Brain and Behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412-1425. doi: 10.1162/0898929042304796
- Lenroot, R. K., & Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(6), 718-729. doi: 10.1016/j.neubiorev.2006.06.001
- Luna, B., & Sweeney, J. A. (2004). The Emergence of Collaborative Brain Function: fMRI Studies of the Development of Response Inhibition. *Annals of the New York Academy of Science*, 1021, 296–309. doi: 10.1196/annals.1308.035
- Mason, L. (2009). Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. *Cortex*, 45, 548-549. doi: 10.1016/j.cortex.2008.06.003
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244, 933–938. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1126/science.2658056>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2002). Understanding the brain: Towards a new learning science. Recuperado de <http://www.oecd.org/education/ceri/31706603.pdf>
- Rutter, M., Dunn, J., Plomin, R., Simonoff, E., Pickles, A., Maughan, B., ... Eaves, L. (1997). Integrating nature and nurture: Implications of person-environment correlations and interactions for developmental psychopathology. *Development and Psychopathology*, 9(2), 335–364. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1017/S0954579497002083>

Taylor, J., Roehrig, A. D., Hensler, B. S., Connor, C. M., & Schatschneider, C. (2010). Teacher quality moderates the genetic effects on early reading. *Science*, *328*, 512-514. doi: 10.1126/science.1186149

The Royal Society. (2011). *Brain Waves Module 2: Neuroscience: implications for education and lifelong learning*. London: The Royal Society.

Thomas, M., & Knowland, V. (2009). Sensitive Periods in Brain Development – Implications for Education Policy. *European Psychiatric Review*, *2*(1), 17–20.

Van Praag, H., Kempermann, G., & Gage, F. H. (2000). Neural consequences of environmental enrichment. *Nature Reviews Neuroscience*, *1*, 191–198. doi: 10.1038/35044558

Waterland, R. A., & Jirtle, R. L. (2003). Transposable Elements: Targets for Early Nutritional Effects on Epigenetic Gene Regulation. *Molecular and Cellular Biology*, *23*(15), 5293–5300. doi: 10.1128/MCB.23.15.5293-5300.20