

**NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN:  
DESCIFRANDO NUEVOS CAMINOS EN EL  
PROCESO DE APRENDIZAJE**

**Jorge SOTO CARBALLO**  
**Profesor contratado doctor**  
**Universidad de Vigo**

<https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/jorge-genaro-soto-carballo>

*Departamento de Análisis  
e Intervención Psicosocioeducativa  
Campus da Xunqueira, s/n.  
36005 Pontevedra*

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-6768-4078>

**Researcher ID:** [L-2722-2014](https://orcid.org/0000-0002-6768-4078)

**Correo electrónico:** [hesoto@uvigo.gal](mailto:hesoto@uvigo.gal)

## ÍNDICE DEL CAPÍTULO

1.- Introducción

2.- Marco Teórico

3.- Neurociencia y educación

4.- Consideraciones finales

5.- Referencias bibliográficas

# NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: DESCIFRANDO NUEVOS CAMINOS EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE

**Jorge SOTO CARRBALLO**  
**Profesor contratado doctor**  
*Universidad de Vigo*

## **1. Introducción**

La intersección entre la neurociencia y la educación representa uno de los campos más prometedores y desafiantes en la búsqueda de la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI. A medida que avanzamos en nuestra comprensión del cerebro humano y sus complejas funciones, surge una oportunidad sin precedentes para aplicar estos conocimientos en el ámbito educativo, promoviendo prácticas pedagógicas que se alinean más estrechamente con la naturaleza intrínseca del aprendizaje humano. Este capítulo se propone explorar la convergencia de la neurociencia y la educación, un campo conocido como neuroeducación, destacando cómo los descubrimientos neurocientíficos pueden informar y transformar las prácticas educativas, desde el diseño curricular hasta las estrategias de enseñanza y evaluación.

La neuroeducación emerge como un puente entre dos mundos normalmente separados: el de los neurocientíficos, que exploran los misterios del cerebro y su funcionamiento, y el de los educadores, que buscan aplicar este conocimiento para optimizar el aprendizaje. A través de una síntesis de investigaciones y teorías, este capítulo abordará cómo la comprensión de procesos como la neuroplasticidad, la memoria, la atención y la función ejecutiva puede enriquecer las metodologías de enseñanza, adaptándolas a las necesidades cognitivas y emocionales de los estudiantes. Además, se discutirán los desafíos éticos y prácticos que acompañan la integración de la neurociencia en la educación, incluyendo la necesidad de evitar los "neuromitos" y asegurar que las aplicaciones educativas de la neurociencia se basen en evidencia sólida y confiable. Se explorará la importancia de una colaboración multidisciplinaria entre

neurocientíficos, educadores, pedagogos, psicólogos y otros profesionales para desarrollar prácticas educativas que no solo sean efectivas, sino también inclusivas y accesibles para todos los estudiantes.

Se busca proporcionar una visión integral de cómo la neurociencia puede contribuir a una educación más personalizada, dinámica y transformadora, preparando a los estudiantes no solo para el éxito académico, sino también para una vida plena y saludable.

En última instancia, este capítulo pretende ser una invitación a educadores, investigadores y responsables de políticas educativas a considerar la neurociencia no como un campo distante y abstracto, sino como una fuente vital de conocimiento e inspiración para enriquecer y revolucionar la educación en el siglo XXI.

En la intersección de la neurociencia y la educación, emerge un campo prometedor que promete revolucionar la manera en que comprendemos y abordamos el aprendizaje y la enseñanza. La neurociencia educativa se basa en una vasta cantidad de conocimientos científicos sobre las interacciones entre el cerebro y el comportamiento, con el objetivo de informar y desarrollar nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje. A pesar de la emoción que rodea a los avances en neurociencia educativa y su potencial para enriquecer las prácticas educativas, la contribución directa de este campo a la formación docente y la práctica en el aula sigue siendo limitada. Una de las principales preocupaciones es la falta de un marco adecuado para traducir la investigación teórica de laboratorio a prácticas exitosas de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos complejos. Los desarrollos teóricos han llevado a ensayos de laboratorio controlados con el potencial de mejorar la educación, pero la traducción de estos esfuerzos en prácticas efectivas que tendrán una influencia positiva en los estudiantes en las aulas sigue siendo un desafío.

La distinción entre persistir y resistir se presenta como una metáfora útil para entender los desafíos y oportunidades en la aplicación de la neurociencia a la educación. Persistir nos impulsa a avanzar y tomar posición a través de alguna acción, lo que implica gestionar futuros

inciertos de manera proactiva. En contraste, resistir nos mantiene anclados o nos hace retroceder. En un mundo educativo dinámico y cambiante, mantenerse anclado ya implica directamente ir atrás. Este concepto subraya la importancia de adoptar un enfoque proactivo y abierto a nuevas estrategias y metodologías basadas en la neurociencia para mejorar la educación.

Además, un mayor enfoque en la felicidad y el bienestar podría llevar a experiencias de aprendizaje más prósperas y significativas para estudiantes y profesores. Una mejora en el continuo felicidad-frustración podría reducir enormemente la proporción de niños en el extremo opuesto de la escala, destacando la importancia de considerar el bienestar emocional en el diseño de prácticas educativas. Por ello, la neurociencia educativa ofrece un potencial emocionante para enriquecer y transformar la educación, enfrenta desafíos significativos en su aplicación práctica. La superación de estos desafíos requerirá un esfuerzo colaborativo entre neurocientíficos, educadores y otros profesionales, así como un compromiso con la innovación y la adaptabilidad en las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

## **2. Marco teórico**

El proceso de aprendizaje es una cuestión que ha fascinado a filósofos, psicólogos y pedagogos por igual. La comprensión de cómo aprendemos implica desentrañar los mecanismos y procesos que actúan en la obtención de información, en el desarrollo de habilidades y por extensión, en la adquisición de conocimiento. Estos mecanismos incluyen la neuroplasticidad (Choudhury, Wannyn, 2022), la memoria de trabajo (Gathercole, 2008; Baddeley, A., 1992), la atención y la consolidación de la memoria a largo plazo (Squire, 2004; Baddeley et al., 2015), todos los cuales son esenciales para el aprendizaje efectivo. El aprendizaje es un proceso complejo influenciado por una multitud de factores, incluyendo las emociones, las creencias y percepciones, y el entorno. Los aportes de teóricos como Vygotsky, Bruner y Gergen han sido fundamentales para la neuroeducación. Vygotsky, por ejemplo, enfatizó la importancia del contexto social y cultural en el desarrollo cognitivo, mientras que Bruner se centró en la estructuración del conocimiento y la importancia de las

representaciones mentales. Estas perspectivas, y otras, han influido en la forma en que los neuroeducadores entienden y aplican estrategias de enseñanza que se alinean con el desarrollo cognitivo y social de los estudiantes. La neuroeducación toma en cuenta la importancia de las representaciones mentales y cómo estas influyen en la capacidad de los alumnos para procesar y retener nueva información. La transferencia del aprendizaje se produce cuando el estudiante se apoya en los conocimientos adquiridos mediante actividades específicas para resolver y alcanzar nuevos propósitos (Perkins y Salomon, 1992). El aprendizaje juega un papel central ya que este campo busca comprender cómo el conocimiento se adquiere a nivel cerebral y cómo se pueden aplicar estos principios en entornos educativos. En su libro Memoria, el psicobiólogo Baddeley nos cuenta que la memoria se estructura en forma de redes y conexiones entre ideas y conceptos (Fernández, J., 2024). Algunas aspectos clave al hablar del aprendizaje en su relación con la neuroeducación son los *procesos cognitivos y neurobiológicos* dónde la neuroeducación explora los procesos cognitivos y neurobiológicos involucrados en el aprendizaje, como la formación de sinapsis, la plasticidad cerebral y la consolidación de la memoria; la *adaptación de estrategias de enseñanza* pues la comprensión de cómo el cerebro aprende permite adaptar las estrategias de enseñanza para optimizar la retención, comprensión y aplicación de la información por parte de los estudiantes; la *consideración de estilos de aprendizaje* ya que la neuroeducación reconoce la diversidad en los estilos de aprendizaje y aboga por enfoques que se ajusten a las preferencias individuales, aprovechando las fortalezas cognitivas de cada estudiante; la *incorporación de la emoción en el aprendizaje* dado que la neuroeducación destaca la influencia de las emociones en el proceso de aprendizaje, reconociendo que la motivación y la conexión emocional impactan significativamente en la retención y la transferencia de conocimiento; el *desarrollo de habilidades metacognitivas* ya que la neuroeducación busca fomentar el desarrollo de habilidades metacognitivas, como la autorregulación (Conkbayir, 2022) y la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje, para mejorar la eficacia y la autonomía en el aprendizaje; la

*aplicación de principios de plasticidad cerebral* porque la plasticidad cerebral (Kolb y Whishaw, 1998), la capacidad del cerebro para adaptarse, es fundamental en la neuroeducación buscando diseñar experiencias educativas que estimulen el desarrollo continuo del cerebro a lo largo del tiempo; *la integración de tecnología educativa* (Mendoza & Martínez, 2020), dado que la neuroeducación informa sobre cómo la tecnología educativa puede ser utilizada de manera efectiva para mejorar el aprendizaje, aprovechando las capacidades de interactividad y multisensorialidad y el *diseño de ambientes de aprendizaje favorables* puesto que debemos considerar cómo los factores ambientales, como la iluminación, la disposición del aula y la reducción del estrés, pueden influir positivamente en la atención y el aprendizaje.

La neuroeducación ofrece herramientas y conocimientos, como hemos visto, aptos para mejorar la enseñanza y el aprendizaje (Martínez-González et al, 2018), pero debe utilizarse con precaución y en conjunto con otras disciplinas educativas para evitar caer en la simplificación de los complejos procesos de aprendizaje. En la actualidad existen programas de posgrados en diferentes universidades del mundo. Una de ellas es la University College of London en la que se trabaja para formar profesionales en este ámbito. Hay también organizaciones como la European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI) que trabaja en la misma línea conjugando diferentes iniciativas o la International Mind, Brain and Education Society (IMBES) que relacionan el trabajo en red de diferentes laboratorios. En este punto, es importante no caer en los extremos de desestimar completamente la neurociencia o de sobrevalorarla, ya que puede ser una herramienta valiosa si se utiliza correctamente. La integración de la ciencia del cerebro en diferentes ciencias (Altimus et al., 2020), entre ellas las ciencias de la educación tiene el potencial de revolucionar la forma en que enseñamos y aprendemos, brindando oportunidades para el desarrollo de habilidades, la adaptación personalizada y una educación más efectiva en general. Representa un campo interdisciplinario emergente que busca cerrar la brecha entre la neurociencia cognitiva y la práctica educativa. En este sentido, a lo largo de los últimos 30 años, se han realizado esfuerzos considerables para crear

un vínculo entre estas disciplinas, con el objetivo de enriquecer tanto la investigación como los programas educativos dónde se reflejan investigaciones recientes y se responde a las necesidades actuales de la infancia y de la sociedad en general. Por todo ello, han surgido nuevas preguntas, algunos interrogantes sobre cómo contribuye la neurociencia educativa a la creación de entornos de aprendizaje más adecuados y a la mejora de la formación docente o cuáles son los aspectos clave del aprendizaje que pueden mejorarse mediante la comprensión de la memoria de trabajo y la atención. En este sentido, la neurociencia educativa como campo interdisciplinario, busca aplicar los descubrimientos de la investigación sobre los mecanismos de aprendizaje neuronal en la práctica educativa. Se ha demostrado que el neuroentrenamiento (Gus, Rose, & Gilbert, 2015) puede fortalecer las habilidades de los alumnos en lectura, matemáticas y empatía. Tras estos años de estudio e interconexión entre las ciencias del cerebro, la cognición y las ciencias de la educación tenemos algunas certezas. Se han producido esfuerzos para entender los correlatos neuronales de habilidades adquiridas a través de la educación formal, como la lectura y las habilidades matemáticas, sabemos que la investigación neurocientífica tiene el potencial de identificar a los niños con dificultades de lectura desde temprano, lo que lleva a intervenciones para minimizar o eliminar estas dificultades. También conocemos que en el campo de la neuroeducación se está avanzando en la comprensión de cómo el cerebro y la cognición cambian con el aprendizaje, pero aún hay muchas preguntas y desafíos abiertos, Conocemos que, en el dominio de la numeración y la aritmética, la investigación ha identificado regiones cerebrales críticas para el procesamiento de la magnitud numérica y cómo el aprendizaje y el desarrollo afectan la activación cerebral durante la aritmética. Aun así, el campo de la neuroeducación todavía está en sus comienzos, con evidencia limitada de los beneficios cognitivos del entrenamiento cerebral, aunque se ha avanzado en la comprensión de los mecanismos neuronales subyacentes a las competencias relevantes para la educación.

La neuroeducación, por tanto, se basa en principios fundamentales que reconocen a la niñez en el centro de la práctica educativa,

considerando sus conexiones con la familia, la comunidad, la cultura y el mundo natural, así como su bienestar físico, social, emocional y su aprendizaje. Además, se enfoca en la importancia de la neuroplasticidad y cómo el cerebro puede cambiar y adaptarse a través de la experiencia y el aprendizaje, lo que tiene implicaciones directas en la forma en que se diseñan y aplican las estrategias de enseñanza (Ansari et al., 2011).

### **3. Neurociencia y educación**

Aunque el término de neurociencia educativa, en un primer momento, abarcaba el estudio de la memoria y del aprendizaje, nuevas aportaciones en los últimos años sustentadas en la evidencia científica han ampliado el concepto de tal manera que el término hace referencia a cualquier disciplina que mediante evidencias científicas estudia cómo aprendemos (Ruíz Martín, 2019). El término neurociencia, a partir de lo dicho anteriormente, hace referencia al conjunto de disciplinas que estudian el desarrollo, la estructura, las funciones, la farmacología y las patologías del sistema nervioso central, periférico y autónomo (Blakemore y Frith, 2007), que constituyen la base de los procesos mentales y el comportamiento (García, 2020). La tesis principal que sustenta este trabajo es que la neurociencia educativa puede informar sobre estrategias pedagógicas efectivas (entre ellas una de las más eficaces es la metacognición) mejorando la calidad de la educación. Al comprender cómo el cerebro procesa la información, cómo almacena y recupera conocimiento, y cómo se desarrollan las habilidades cognitivas a lo largo del tiempo, los educadores pueden adaptar sus métodos de enseñanza para aprovechar al máximo el potencial de los estudiantes (Ruiz Martín, 2019).

En este sentido, la colaboración entre neurocientíficos y educadores puede mejorar significativamente el proceso de aprendizaje al integrar conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro en la práctica educativa. Los neurocientíficos aportan una comprensión detallada de los procesos cognitivos, como la memoria de trabajo y la atención, que son fundamentales para el aprendizaje. Al trabajar juntos, pueden desarrollar estrategias y herramientas que se alineen con estos procesos, facilitando así un aprendizaje más eficiente y efectivo. En esta línea, los avances en

técnicas de neuroimagen han contribuido significativamente a la comprensión de los procesos cerebrales relacionados con el aprendizaje, y la investigación en neurociencia está comenzando a informar los planes de estudios y las políticas educativas. La neuroeducación, pues, tiene el potencial de impactar no solo en la comprensión lectora y el desarrollo de habilidades matemáticas, sino también en la evaluación y en la política educativa, ofreciendo oportunidades para transformar la educación. Sin embargo, los educadores enfrentan el desafío de conectar la neurociencia con la teoría y la práctica educativa. La necesidad de que los docentes tengan acceso a investigaciones relevantes y la capacitación necesaria para aplicar los hallazgos de las ciencias neurológicas y cognitivas en el aula es crucial para el avance de este campo. Además, la colaboración interdisciplinaria entre científicos y educadores es esencial para superar las expectativas poco realistas sobre el impacto inmediato de la neurociencia en la educación y para abordar la falta de formación interdisciplinaria. De este modo, la neurociencia ha sido considerada como una ciencia que puede influir de manera confiable en la educación, sobre todo en la etapa infantil (Conkbayir, 2017; Gus, Rose y Gilbert, 2015); Bruer, 2011). Por otro lado, las cuestiones éticas relacionadas con el uso de técnicas de imágenes cerebrales con bebés y la extrapolación de descubrimientos remotamente basados en la neurociencia también han contribuido a crear una brecha importante en este sentido. (Dehaene, S, 2019; Devonshire y Dommett, 2010; Goswami, 2006).

Aunque ha habido intentos de utilizar la evidencia derivada de la neurociencia en la educación, estos ensayos, generalmente, han sido erróneos (Lindell, A. K. y Kidd, 2013; Dekker et al., 2012; Geake, 2008; Hirsh-Pasek y Bruer, 2007; Goswami, 2006; Beyerstein, 1999). Con todo ello, podemos afirmar que la neurociencia nos *está* permitiendo comenzar a ver lo que los teóricos de la primera infancia han estado investigando durante décadas. La experiencia, tanto práctica como teórica, es fundamental en la formación de nuestras comprensiones y habilidades. La experiencia práctica permite la aplicación y el refinamiento de conocimientos en contextos reales, mientras que la experiencia teórica proporciona un marco conceptual para la comprensión. La interacción

entre la teoría y la práctica es crucial para el aprendizaje profundo y la transferencia de conocimientos a nuevas situaciones. Ahora somos capaces de identificar los efectos que las experiencias tempranas tienen en la arquitectura en desarrollo del cerebro, tanto positiva como negativamente (Shore, 1997, Dehaene, 2019). Factores como la nutrición, la salud, el sueño, las oportunidades de jugar (Bilton, Bento y Dias, 2016), las relaciones afectivas y receptivas y, por el contrario, la presencia de estrés continuo, la violencia doméstica, las necesidades educativas especiales y el maltrato crónico se están interpretando ahora a partir de estudios de imágenes cerebrales (incluidas las resonancias magnéticas y las resonancias magnéticas funcionales).

Debemos de partir de la necesidad de reconocer que la neurociencia y la educación no son disciplinas aisladas. Aunque los principios estuvieron plagados de escepticismo sobre la relación entre las neurociencias y la educación, Bruer (1997) mostraba su recelo sobre la posibilidad de una relación plausible entre las ciencias de la educación y las neurociencias (más tarde este mismo autor en el 2008 reconoció la posibilidad de encontrar lazos de unión entre las ciencias neurológicas y la educación cuyo nexo era la psicología cognitiva), se están “construyendo puentes” para colaborar estrechamente, para lograr un progreso significativo en la mejora de los sistemas educativos y el desempeño estudiantil. La integración de la ciencia del cerebro en la pedagogía tiene el potencial de revolucionar la forma en que enseñamos y aprendemos, brindando oportunidades para el desarrollo de habilidades, la adaptación personalizada y una educación más efectiva en general. De este modo, la neuroeducación aporta un gran valor al permitir una comprensión más profunda de los procesos cerebrales involucrados en el aprendizaje y el desarrollo. Esto tiene un potencial terapéutico y educativo significativo, especialmente en el trabajo con trastornos del neurodesarrollo, ya que permite diseñar intervenciones más precisas y efectivas.

El éxito en el aprendizaje es multifacético y puede ser especificado por una serie de factores interrelacionados. La motivación intrínseca y extrínseca del estudiante, la calidad de la instrucción, la relevancia del contenido y la presencia de un entorno de apoyo son todos determinantes

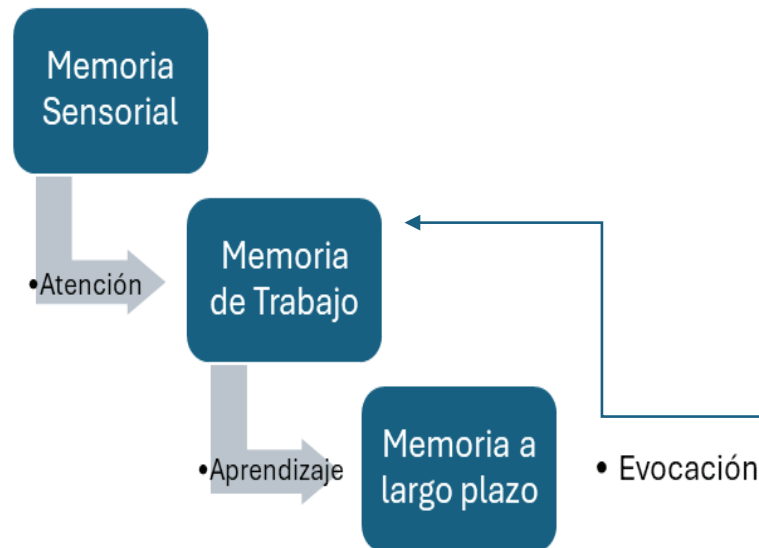
críticos en el éxito del aprendizaje. Además, las diferencias individuales en la cognición, como las habilidades de procesamiento y las estrategias metacognitivas, juegan un papel importante en la capacidad de un individuo para adquirir y retener conocimiento.

Para comprender la influencia de la neurociencia en la educación, es esencial poner el foco en los conceptos básicos de la neurociencia. El cerebro humano es un órgano asombroso con billones de neuronas interconectadas, y su funcionamiento es central en el proceso de aprendizaje. El 90% de las conexiones neuronales de nuestros cerebros, billones, se fabrican en interacción con el mundo que nos rodea. Solo el 10% de ellas comienzan con el nacimiento. Nuestros cerebros se hacen con los demás. De ahí la dependencia y el valor superior de una buena educación. La neurociencia se encarga de estudiar cómo estas neuronas se comunican y cómo se forman y consolidan las conexiones sinápticas. En el contexto de la educación, varias áreas cerebrales son de particular importancia. La memoria, por ejemplo, juega un papel crucial en la adquisición y retención de conocimientos a largo plazo. La memoria juega un papel fundamental en la educación, ya que es un proceso psicológico esencial para codificar, almacenar y recuperar la información aprendida. La capacidad de recordar y utilizar la información aprendida es crucial para el proceso educativo, permitiendo a los estudiantes construir sobre conocimientos previos y aplicarlos en nuevos contextos. Además, la relación entre memoria y aprendizaje es inseparable, dado que no puede haber aprendizaje sin la participación de la memoria, lo que subraya la importancia de ejercitar diferentes tipos de memoria dentro del aula para facilitar un aprendizaje oportuno. En este sentido, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo son constructos claves para entender qué es y cómo funciona la memoria. Profundizar en estos constructos desde un punto de vista neurobiológico analizando cómo pueden las redes neuronales representar, almacenar y recuperar la información que aportan nuestras experiencias es un reto, sin duda, apasionante. (Ruíz Martín, 2022).

Las investigaciones neurocientíficas han revelado cómo funciona la memoria a corto y largo plazo, lo que permite a los educadores

desarrollar estrategias efectivas para la enseñanza y la evaluación, tal como se recoge en la figura 1.

Figura. 1. Modelo de Memoria de Baddeley y Hitch.



Los aspectos clave del aprendizaje que pueden mejorarse mediante la comprensión de la memoria de trabajo y la atención incluyen la capacidad de los estudiantes para procesar y manipular información de manera activa, lo que es crucial para la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Además, una mejor gestión de la atención puede ayudar a reducir las distracciones y permitir un enfoque más sostenido en las tareas de aprendizaje. Al aplicar estrategias basadas en la neurociencia, los educadores pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar estas habilidades cognitivas esenciales, lo que a su vez puede llevar a un rendimiento académico mejorado. La atención es otra función cognitiva crítica. La neurociencia ha demostrado que la atención es limitada y puede variar en duración y calidad. Esto tiene implicaciones significativas para el diseño de entornos de aprendizaje que mantengan el interés y la concentración de los estudiantes.

La atención es un proceso psicológico básico e indispensable para el procesamiento de la información y para la realización de cualquier actividad. La relación entre atención y emociones es significativa, ya que estimular la atención es fundamental para generar y fortalecer las redes neuronales necesarias para un procesamiento apropiado de la

información. La falta de atención en los educandos es un problema continuo en las aulas, evidenciado cuando el docente, al exponer un tema, no despierta curiosidad ni motivación en sus estudiantes, sino desconcentración e indisciplina. Los educandos manifiestan que cuando el profesor solo se limita a realizar clases expositivas, no provoca en ellos ninguna motivación, sino apatía. Algunos estudios (Carminati y Waipan, 2012; Mora, 2014, Fernández, 2024) determinan que estimular la atención es fundamental para generar y fortalecer las redes neuronales necesarias para que haya un procesamiento apropiado de la información, que llega a través de los diferentes canales sensoriales.

Las emociones también aportan mucha información. Bisquerra explica que existen tres componentes de la emoción (Bisquerra, 2003 citado en Barrantes, 2016). El primer componente es el *neurofisiológico* donde la emoción se manifiesta mediante reacciones incontrolables como son las taquicardias, la ruboración, sudoración, boca seca, etc., estas causan problemas de salud; el segundo componente es el *conductual*, el lenguaje no verbal, el volumen, ritmo y tono de voz, los movimientos y expresiones del cuerpo y la cara, etc. Por último, el componente *cognitivo* donde se encuentran los sentimientos (rabia, angustia, ira, miedo...) donde se considera que el sentimiento dura más tiempo que la emoción, puesto que en el sentimiento influye en la razón. (Barrantes, 2016). Es por ello por lo que ser competentes emocionalmente implica tener la capacidad de reconocer, entender y gestionar las propias emociones de manera efectiva, así como también comprender y responder adecuadamente a las emociones de los demás. Esto implica habilidades como la autoconciencia, la autorregulación, la empatía y las habilidades sociales. López (2013) entiende que hay cinco dimensiones que componen la competencia emocional: la primera dimensión es la *conciencia emocional*, necesaria para poder entender las demás competencias. Es la capacidad para conocer e interiorizar las emociones propias y ajenas, y también el clima emocional del contexto. Dentro de esta capacidad se engloban cuatro aspectos importantes: la *toma de conciencia de las propias emociones*, que es la capacidad para percibir, identificar y experimentar sentimientos y emociones propias; *dar nombre a las emociones*, hace referencia al

vocabulario y a las expresiones emocionales vinculadas a una cultura; *comprensión de las emociones de los demás*, percibir las emociones y sentimientos ajenos y ser capaz de empatizar con ellos; y *tomar conciencia de la interacción entre emoción, cognición y comportamiento*, tres aspectos que están íntimamente relacionados. (López, 2013; Barrientos, Peñalva y López, 2016). La segunda es la *regulación emocional*, es la correcta utilización de las distintas emociones. Está formada por cuatro microcompetencias: *la expresión emocional apropiada*, ser capaz de expresarse emocionalmente de forma correcta; *la regulación de emociones y sentimientos*, regular la impulsividad, tolerar la frustración, esforzarse para lograr los objetivos a pesar de las dificultades, etc.; *habilidades de afrontamiento*, ser capaz de plantarle cara a retos y situaciones de conflicto intentando obtener estrategias de autorregulación; y la *capacidad para autogenerar emociones positivas*, disfrutar de la vida experimentando emociones como la alegría, el amor, el humor, etc. Y mejorando la calidad de vida. (López, 2013; Barrientos, Peñalva y López, 2016). Por último, la *autonomía emocional*, es una búsqueda y un análisis continuo para conseguir una mejora intrapersonal: *autoestima*, estar satisfecho teniendo una imagen positiva de uno mismo; *automotivación*, motivarse a uno mismo e implicarse emocionalmente; *autoeficacia emocional*, tener relaciones sociales y personales satisfactorias; *responsabilidad*, tomar decisiones propias y responder de los actos propios; *actitud positiva*, optimismo, amabilidad, respeto hacia los demás; *análisis crítico de normas sociales*, no comportarse en base a estereotipos, sino tener un pensamiento crítico; y por último, *resiliencia*, capacidad para enfrentarse de forma exitosa a las adversidades. (Barrientos, Peñalva y López, 2016; López, 2013).

La importancia de las emociones en el aprendizaje y la memoria desde diferentes perspectivas cobra fuerza en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, como subrayan algunos autores, (Gerhard, F., Gerhard, P., 2003), las informaciones a las que el sistema límbico ha impreso su sello emocional se graban de manera profunda y perdurable en la memoria. Esto implica la necesidad de que los docentes cambien sus estrategias de enseñanza por otras que generen un ambiente emocional

favorable en el aula, convirtiendo el proceso de aprendizaje en algo atractivo y agradable. Además, las emociones están directamente relacionadas con los aspectos personales y sociales de la vida de una persona, generando imágenes, recuerdos y memorias que están directa e indirectamente relacionadas con el entorno y las actividades sociales de los individuos. Esto sugiere que el aprendizaje puede ser más eficaz cuando el individuo comprende las emociones y sus efectos en el proceso de aprendizaje. (Harm et al., 2018). Experimentar una emoción desencadena una reacción automática en el cerebro, en un proceso en el cual interfiere el sistema límbico, encargado de provocar sensaciones de gusto por algo. Esto se traduce en que cuando un estudiante experimenta emoción por la tarea, se activa la curiosidad, lo cual provoca motivación y, como consecuencia, una mayor concentración y aprendizaje, afianzando este último en la memoria. Este concepto es crucial para la neuroeducación y el desarrollo del trabajo docente, destacando el rol que desempeña el desarrollo emocional originado desde la interacción social.

La neurociencia, como vemos, ha demostrado que las emociones desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje. Los recuerdos emocionales tienden a ser más duraderos, por lo que los educadores pueden aprovechar esta información para diseñar experiencias de aprendizaje que generen emociones positivas y fomenten la retención de información. Estas juegan un papel crucial en el aprendizaje, ya que pueden facilitar o impedir la atención, la motivación y la memoria. Un ambiente de aprendizaje positivo y emocionalmente enriquecido puede contribuir a una mayor calidad de vida para los estudiantes y mejorar la retención y comprensión del material. La neuroeducación, al reconocer la importancia de las emociones en el aprendizaje, puede ayudar a los educadores a diseñar intervenciones que fomenten habilidades socioemocionales como la empatía y la autorregulación emocional. Además, el procesamiento de la información, la toma de decisiones y la resolución de problemas también involucran áreas cerebrales específicas, y la neurociencia ha arrojado luz sobre cómo estas funciones se desarrollan y pueden ser estimuladas en el aula. La intersección entre la neurociencia y la educación ha dado lugar a una serie de investigaciones

interesantes. Por ejemplo, estudios de neuroimagen han demostrado que el aprendizaje musical tiene un impacto positivo en el desarrollo del cerebro y mejora las habilidades cognitivas en otras áreas (Ericsson et al.,1993). Esto ha llevado a un mayor énfasis en la inclusión de la educación musical en los planes de estudios escolares. Asimismo, la investigación ha demostrado que el ejercicio físico puede mejorar la función cerebral y el rendimiento académico. Esto ha impulsado la incorporación de programas de actividad física en las escuelas.

Por ello, es relevante afirmar que la neurociencia en la educación adquiere aquí importancia académica al explicar los conceptos básicos de la neurociencia y su relación con el aprendizaje, identificando las áreas cerebrales relevantes y proporcionar ejemplos de investigaciones neurocientíficas aplicadas a la educación. La intersección entre la neurociencia y la educación ha llevado al desarrollo de estrategias de enseñanza más efectivas, que aprovechan el conocimiento sobre cómo funciona el cerebro. Estas estrategias pueden ser transformadoras para los educadores y mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, el entorno de aprendizaje, como ya apuntamos, desempeña un papel crucial en el proceso educativo. La neurociencia ha demostrado que los espacios físicos y virtuales donde los estudiantes aprenden pueden afectar significativamente su capacidad para concentrarse y retener información. Las aulas diseñadas para la colaboración, la creatividad y la comodidad pueden mejorar la motivación y el rendimiento estudiantil. Así, el entorno, tanto físico como social, también tiene una influencia significativa en el aprendizaje. Un entorno de aprendizaje bien diseñado puede mejorar la concentración y la eficacia del aprendizaje, mientras que un entorno social de apoyo puede fomentar la colaboración y el intercambio de ideas, enriqueciendo así la experiencia educativa. Asimismo, ha demostrado que cada cerebro es único y que las personas tienen diferentes estilos de aprendizaje y ritmos de adquisición de conocimientos. La enseñanza individualizada implica adaptar el contenido y el enfoque pedagógico para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes. En cuanto a la existencia de un método universal de aprendizaje, la investigación sugiere que no hay un enfoque

único que sea efectivo para todos los estudiantes en todas las situaciones. Las diferencias individuales en el estilo de aprendizaje, las capacidades cognitivas y las preferencias personales requieren que los métodos de enseñanza sean flexibles y adaptativos. La investigación neurocientífica ha desempeñado un papel crucial en la identificación temprana de niños con dificultades de lectura, lo que ha permitido la implementación de intervenciones tempranas y específicas para minimizar o eliminar estas dificultades. Este enfoque preventivo y proactivo es de suma importancia, ya que tiene el potencial de cambiar la trayectoria educativa de un niño al proporcionar apoyo adaptado en el momento más oportuno.

En el ámbito de la numeración y la aritmética, los estudios neurocientíficos han logrado avances significativos al identificar regiones cerebrales específicas implicadas en el procesamiento de la magnitud numérica. Además, se ha investigado cómo el aprendizaje y el desarrollo afectan la activación cerebral durante tareas aritméticas. Este conocimiento es invaluable, ya que puede guiar la creación de estrategias de enseñanza que se alineen con el funcionamiento cerebral y, por ende, faciliten el aprendizaje matemático. La comprensión de cómo el cerebro procesa y representa los números puede llevar a métodos de enseñanza que se ajusten a las necesidades individuales de los estudiantes y que aprovechen los períodos críticos de desarrollo cognitivo.

A pesar de los avances mencionados, es importante reconocer que el campo de la neuroeducación todavía está en sus comienzos. La evidencia de los beneficios cognitivos del entrenamiento cerebral es limitada, y aún queda mucho por descubrir sobre cómo estos entrenamientos pueden traducirse en mejoras educativas concretas. No obstante, se ha avanzado en la comprensión de los mecanismos neuronales subyacentes a las competencias relevantes para la educación, lo que representa un paso significativo hacia la aplicación de la neurociencia en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje. La neuroeducación, como disciplina incipiente, busca combinar la neurociencia, la psicología, la ciencia cognitiva y la educación para crear métodos de enseñanza más eficaces, y aunque enfrenta desafíos éticos, limitaciones de la investigación y la presencia de neuromitos (Torrijos-

Muelas et al., 2021), la colaboración internacional y el apoyo de diversas agencias prometen oportunidades extraordinarias para su desarrollo. Fue la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) dónde se defendió que el avance de los conocimientos sobre la educación y el aprendizaje debían estar basados en los resultados que aportan tanto las ciencias de la educación como las neurociencias (Duraiappah et al., 2021). En este sentido, podemos señalar la aportación del Diseño Universal de Aprendizaje, fundado por los investigadores de la Universidad de Harvard, Anne Meyer, David Rose a la legislación educativa española a través de la Ley Orgánica de modificación de la Ley Orgánica de Educación de 3/2020 en dónde se propone un enfoque educativo, inspirado en los estudios sobre neurociencia cognitiva y que tiene como objetivo hacer que el aprendizaje sea accesible y efectivo para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o estilos de aprendizaje. Se trata de un modelo aceptado por la comunidad científica que se proyecta de manera efectiva en el fomento de la diversidad y la equidad, la mejora la motivación, el aumento de la eficacia del aprendizaje y la personalización del aprendizaje. Hay que decir que la aplicación efectiva de la neurociencia en la educación requiere una revisión y adaptación significativa de los planes de estudio. Esto puede ser un desafío para los sistemas educativos, ya que implica cambios sustanciales en la enseñanza y la formación de docentes

La tecnología se ha convertido, asimismo, en una herramienta invaluable en la educación, y la neurociencia respalda su efectividad. Las aplicaciones de aprendizaje, simulaciones interactivas y plataformas en línea pueden estimular la participación, mejorar la retención de información y proporcionar a los estudiantes retroalimentación instantánea. La neurociencia también ha revelado cómo la gamificación puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes.

#### **4. Consideraciones finales**

La investigación neurocientífica ha destacado la importancia de basar la enseñanza en evidencia sólida. Los educadores pueden evaluar las estrategias y métodos de enseñanza en función de los resultados observados en el rendimiento y la participación de los estudiantes. Esta

evaluación basada en la evidencia permite refinar constantemente las prácticas pedagógicas ayudando a los educadores a identificar y abordar las dificultades de aprendizaje. Al comprender cómo funcionan los procesos de aprendizaje en el cerebro, los educadores pueden estar mejor equipados para identificar las dificultades y desarrollar estrategias para abordarlas. La formación docente, cobra aquí importancia ya que la neuroeducación puede aportar, permitiendo a los educadores diseñar evaluaciones que midan con precisión el aprendizaje de los estudiantes y recibir formación para mejorar su enseñanza ayudando a los estudiantes a desarrollar habilidades socioemocionales, como la empatía y la autorregulación emocional, que son fundamentales para el aprendizaje efectivo. Vemos, pues, cómo la neurociencia respalda estrategias de enseñanza efectivas, incluyendo el enfoque en el entorno de aprendizaje, la enseñanza personalizada, el uso de la tecnología, la enseñanza basada en evidencia y la incorporación de emociones en el proceso de aprendizaje. Estas estrategias pueden revolucionar la forma en que se aborda la enseñanza en el aula, mejorando la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Si bien la neurociencia ofrece un gran potencial para mejorar la educación, su aplicación no está exenta de desafíos éticos y prácticos que deben ser cuidadosamente considerados. La investigación en neurociencia educativa debe cumplir con estándares éticos rigurosos. La participación de estudiantes en estudios neurocientíficos debe ser voluntaria, y se deben tomar medidas para garantizar su bienestar y proteger su privacidad. La recopilación de datos sobre el rendimiento y las respuestas cerebrales de los estudiantes plantea preocupaciones sobre la privacidad. La utilización de tecnologías de neuroimagen, como la electroencefalografía o la resonancia magnética funcional, para evaluar el aprendizaje debe llevarse a cabo de manera ética y con el consentimiento informado de los estudiantes y sus padres. Asimismo, la aplicación de estrategias basadas en la neurociencia plantea desafíos en términos de equidad. No todos los estudiantes tienen igualdad de acceso a tecnologías avanzadas o entornos de aprendizaje óptimos. Los educadores deben asegurarse de que las estrategias basadas en la neurociencia no perpetúen

desigualdades educativas y que todos los estudiantes tengan la oportunidad de beneficiarse de estas estrategias. Por ello, existen algunas debilidades respecto al advenimiento de la neuroeducación en los procesos de enseñanza y aprendizaje ya que existe una dificultad específica en aplicar la neurociencia en el aula debido a la complejidad de los procesos cerebrales y la diversidad de los estudiantes. Por otro lado, existen neuromitos, o interpretaciones erróneas de la ciencia del cerebro, comunes y que pueden llevar a prácticas educativas ineficaces o incluso dañinas como consecuencia de la falta de conocimiento científico, de la brecha comunicativa entre científicos y maestros y de las fuentes de información de baja calidad consultadas por los maestros: “pensadores de cerebro izquierdo versus cerebro derecho”, “cerebro femenino versus cerebro masculino”, “solo usamos el 10 por ciento de nuestro cerebro”. Por ello, la investigación justifica la necesidad de que los profesores universitarios sean investigadores activos y establezcan un vínculo estrecho con educadores de otros campos y niveles, para que la neuroeducación sirva como puente entre el conocimiento científico y la aplicación práctica. Para ello, se necesita la creación de evidencias que apoyen y publiquen aquellas prácticas educativas eficaces en educación. La necesidad de la creación de una institución que vele por el rigor de las metodologías que llegan a las clases es prioritario. Son necesarias pruebas de eficacia y evaluaciones para saber si las intervenciones educativas funcionan. En España tenemos el INTEF (antes CNICE) que divulgan métodos, a veces sin evidencia científica, aunque esto no quiere decir que las propuestas sean perjudiciales o ineficaces. En Australia, tenemos el *Evidence For Learning*, una organización sin ánimo de lucro que apoya a los educadores a utilizar la evidencia para mejorar el aprendizaje y el bienestar de los estudiantes. Por su parte el Reino Unido a través de La Education Endowment Foundation (EEF), ofrece formación sobre evidencias en educación a los maestros y permite consultar en su web la evidencia disponible sobre diferentes métodos. Algo similar se lleva a cabo What Works Clearinghouse en EE UU. dónde se publican guías prácticas, informes de intervención, revisión de estudios individuales, revisiones de estudios del propio WWC (Centro de intercambio de información sobre lo

que funciona). Una propuesta sería crear un organismo que podríamos llamar *Aprendizaje con evidencia* (ACE) cuya función sería revisar la mejor evidencia disponible sobre enseñanza y aprendizaje y presentarla de manera accesible; encontrar nuevas pruebas, financiando evaluaciones independientes de programas y enfoques que apunten a mejorar los logros de niños y jóvenes de entornos socioeconómicamente desfavorecidos así como poner en práctica la evidencia, apoyando a los profesionales de la educación a los gestores políticos, para que utilicen la evidencia de manera que mejoren la enseñanza y el aprendizaje.

La neuroeducación, como vemos, plantea también desafíos éticos únicos (Illes y Bird, 2006), especialmente en relación con la interpretación y aplicación de la investigación neurocientífica. Precisamente, la neuroética como ética aplicada o rama de la bioética recoge estos aspectos mediante la ética neuroeducativa y la neuroética educativa. Se abre un debate interesante sobre la neuroeducación moral. Pero la posibilidad de reducir lo moral y todo lo que somos a nuestras bases neurales deriva en nuevos límites. Se destaca así, el potencial de una simbiosis sociocultural y biológica con las nociones de 'neurocultura' y de 'epigénesis proactiva' (Castillo, 2023). Asimismo, se enfrenta a limitaciones impuestas por los métodos neurocientíficos actualmente disponibles. Muchos estudios actuales carecen de grupos de control adecuados o no han examinado los efectos del entrenamiento en diferentes poblaciones y grupos de edad, existiendo también preocupaciones sobre la confiabilidad de la metodología neurocientífica y su practicidad para describir el funcionamiento de un individuo

A pesar de estas y otras debilidades, la neurociencia en la educación está en constante evolución y promete un futuro emocionante. A medida que se acumule más conocimiento sobre el cerebro y su relación con el aprendizaje, es probable que veamos avances significativos en la práctica pedagógica y el diseño curricular. Es esencial que educadores, investigadores y responsables de políticas trabajen juntos para garantizar una implementación ética y efectiva de la neurociencia en la educación. Esto implica abordar los desafíos éticos y garantizar que los beneficios de estas estrategias estén disponibles para todos los estudiantes, sin importar

su origen o circunstancias para no poner en entredicho el objetivo ético y humanista de la educación (Castillo, 2023). En el futuro, la neurociencia podría ayudar a identificar enfoques de enseñanza aún más personalizados, adaptados a las necesidades individuales de cada estudiante. Además, la investigación en neurociencia educativa podría inspirar cambios fundamentales en la forma en que evaluamos y medimos el éxito educativo, y podría abrir nuevas puertas para el desarrollo de habilidades clave en el siglo XXI.

En definitiva, la neurociencia tiene el potencial de aportar valiosas perspectivas a la educación ya que ésta no solo transmite conocimientos, sino que también moldea las capacidades cognitivas, tales como la memoria, la atención y el razonamiento para incidir de una manera holística sobre las dimensiones emocionales, sociales y físicas del individuo, así como sobre su desarrollo intelectual. Al profundizar en el entendimiento del cerebro y su funcionamiento, los educadores pueden fundamentar sus métodos y estrategias en principios científicos sólidos además de mejorar las teorías psicológicas y pedagógicas existentes, proporcionando una comprensión más rica del comportamiento humano y de cómo se produce el aprendizaje a nivel neuronal. Además, la neurociencia puede iluminar aspectos de la psicología y la pedagogía, particularmente en lo que respecta a las funciones ejecutivas, que son cruciales para la autorregulación y la planificación a largo plazo. La neurociencia ofrece, pues, una perspectiva que puede ayudar a comprender mejor las estructuras cerebrales y su relación con la cognición, lo cual es relevante para la educación.

## **5. Referencias bibliográficas**

- Ansari, D., Coch, D., & De Smedt, B. (2011). Connecting Education and Cognitive Neuroscience: ¿Where Will the Journey Take Us? *Educ. Philos.Theor.* 43, 37–42.
- Baddeley, A. (1992). Memoria de trabajo. *Ciencia* , 255 (5044), 556-559.
- Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2015). *Memory*. Psychology Press.
- Barrantes, L. (2016) Educación emocional: Elemento perdido de la justicia social. *Revista Electrónica Educare*, 20 (2), 1-10. DOI: 10.15359/ree.20-2.24.

- Barrientos, J.; Peñalva, A. & López, J. J. (2016) Incidencia de la educación emocional en la salud emocional del profesorado: estado de la cuestión. En Soler, J. L.; Aparicio, L.; Díaz, O.; Escolano, E. y Rodríguez, A. (2016) *Inteligencia emocional y bienestar II: reflexiones, experiencias profesionales e investigaciones* (pp. 52-65). Ediciones Universidad de San Jorge.
- Benavides, V. & Flores, R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Wimb Lu, Rev. Estud. de Psicología UCR*, 14(1) 2019(Enero-Junio): 25-53. Costa Rica.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/wimblu/article/view/35935/36685>
- Beyerstein, B. L. (1999). *Whence cometh the myth that we only use ten percent of our brains. Mind Myths: Exploring Popular Assumptions about the Mind and Brain*. J. Wiley & Sons, 314-335.
- Blakemore, S. J. y Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro: Las claves para la educación*. Ariel
- Bruer, J.T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4-16. <https://doi.org/10.3102/0013189X026008004>
- Bruer, J. T. (2008). Building bridges in neuroeducation. En A. M. Battro, K.W. Fischer & P. J. Léna (Eds.), *The Educated Brain: Essays in Neuroeducation* (pp. 43-58). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511489907.005>
- Bruner, J. (2011). *Aprendizaje por descubrimiento*. NYE U: Iberia.
- Carminati, My Waipan, L. (2012). *Integrando la Neuroeducación al aula*. Bonum.
- Castillo, P. (2023). Los límites éticos de la neuroeducación. *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, 35(2), 191–208.  
<https://doi.org/10.14201/teri.28580>
- Conkbayir, M. (2017). *Early Childhood and Neuroscience. Theory, Research and Implications for Practice*. London: Bloomsbury
- Conkbayir, M. (2022). *The Neuroscience of the Developing Child: Self-Regulation for Wellbeing and a Sustainable Future*. Routledge, 1st ed.  
<https://doi.org/10.4324/9781003327479>
- Choudhury, S., Wannyn, W. (2022). Política de plasticidad: implicaciones de la nueva ciencia del "cerebro adolescente" para la educación. *Cult. Med. Psychiatry*, 46, 31–58. <https://doi.org/10.1007/s11013-021-09731-8>
- Dehaene, S. (2019). *¿Cómo aprendemos?* Siglo XXI Editores.

- Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P. A., & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 3(OCT), 1–8.
- Devonshire, I. M. y Dommett, E. J. (2010). Neuroscience: viable applications in education? *The neuroscientist*, 16(4), 349-356.
- Duraiappah, A.; Van Atteveldt, N.; Asah, S., Borst, G.; Bugden, S., Buil; J. M.; Ergas, O.; Fraser, S.; Mercier, J.; Restrepo Mesa, J. F.; Mizala, A.; Mochizuki, Y.; Okano, K.; Piech, C.; Pugh, K.; Ramaswamy, R.; Chatterjee Singh, N.; Vickers, E. (2021). *The International Science and Evidence-based Education Assessment: position paper* (MGIEP-2021/PI/H/2). UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375694.locale=es>
- Fernández, J. (2024). *En blanco. Cómo focalizar la atención, la memoria y la motivación para aprender*. Plataforma Actual.
- García, E. (2020). Neurociencia, Humanismo y Posthumanismo. *Logos. Anales del Seminario de Metafísica*, 53, 9-31. <https://doi.org/10.5209/asem.70833>
- Gathercole, S. E. (2008). Working memory. En J. H. Byrne, (Ed.) *Learning and memory: A comprehensive refer- ence* (vol. 2, pp. 33-51). Elsevier Ltd.
- Geake, J. (2008). Neuromitologías en la educación, *Investigación Educativa*, 50(2), 123-133, DOI:10.1080/00131880802082518
- Gerhard, F., & Gerhard, P. (2003). Neurodidáctica, *Revista Mente y cerebro: 4 – Esquizofrenia, España*. Recuperado de: <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro/esquizofrenia356/neurodidctica-3910>
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, (7), 2-7.
- Gus, L., Rose, J. & Gilbert, L. (2015). Coaching emocional: una estrategia universal para apoyar y promover el bienestar emocional y conductual sostenible. *Psicología Educativa e Infantil*, 32 (1), 31-41.
- Harms, M. B., Shannon Bowen, K. E, Hanson, J. L, & Pollak, S. D. (2018). Los procesos de aprendizaje instrumental y flexibilidad cognitiva se ven afectados en los niños expuestos al estrés en los primeros años de vida. (*Dev. Sci.: Ciencia del desarrollo*, 21(4), e12596. doi: [10.1111/desc.12596](https://doi.org/10.1111/desc.12596)
- .Martínez-González, A. E.; Piqueras, J. A.; Delgado, B.; García-Fernández, L. M. (2018). Neuroeducación: aportaciones de la neurociencia a las competencias curriculares. *Publicaciones*, 48(2), 23-34. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v48i2.8331>

- Mendoza, L. R. M., y Martínez, M. E. M. (2020). TIC y neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuso)*, 5(2), 85-96.
- Gus, L., Rose, J., y Gilbert, L. (2015). Emotion coaching: A universal strategy for supporting and promoting sustainable emotional and behavioural well-being. *Educational and Child Psychology*, 32(1), 31-41.  
<https://doi.org/10.53841/bpsecp.2015.32.1.31>
- Illes, J., & Bird, S. J. (2006). Neuroethics: a modern context for ethics in neuroscience. *Trends in Neurosciences*, 29(9), 511–517.  
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.07.002>
- Hirsh-Pasek, K. y Bruer, J. T. (2007). La barrera cerebro/educación. *Ciencia*, 317 (5843) (The brain/education barrier, *Science*, 1293).  
doi: 10.1126/science.1148983.
- Lindell, A. K. y Kidd, E. (2011). Por qué la enseñanza del lado derecho del cerebro es tonta: una crítica de la mala aplicación de la neurociencia a la educación. *Mente, cerebro y educación*, 5, 121-127.
- Kolb, B. y Whishaw, IQ (1998). Plasticidad cerebral y comportamiento. *Revista anual de psicología*, 49 (1), 43-64.
- Mora, F. (2014). *Cómo funciona el cerebro*. Alianza Editorial.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). *Transfer of learning*. *International Encyclopedia of Education*. Pergamon Press, 2.ª ed.
- Martín, H. R. (2020). *¿Cómo aprendemos?: una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza* (Vol. 1). Graó.
- Ruiz Martín, H. (2022). *Los secretos de la memoria*. Penguin Random House.
- Soto Carballo, J.G. (2022). Aportaciones de la neurociencia a la innovación pedagógica. En *Innovación educativa para una educación transformadora* (pp. 29-44). Dykinson.
- Torrijos-Muelas, M., González-Víllora, S. y Bodoque-Osma, A. R. (2021). The persistence of the Neuromyths into educational settings: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591923>
- UNESCO. (2015). *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*. UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).