



Neurociencia y aprendizaje: conexiones cerebrales, plasticidad, mitos y su importancia en la educación

Neuroscience and learning: brain connections, plasticity, myths and their importance in education

Neurociência e aprendizagem: conexões cerebrais, plasticidade, mitos e sua importância na educação

Verónica Patricia Gastiabur-Barba ^I

vpgastiaburb@istx.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8417-4726>

Sandra Elizabeth Bautista-Barba ^{II}

sandrae.bautista@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0003-7520-3558>

Correspondencia: vpgastiaburb@istx.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 22 de julio de 2024 * **Aceptado:** 04 de agosto de 2024 * **Publicado:** 17 de septiembre de 2024

- I. Docente Investigadora, Magíster en Educación Inicial, modalidad metodología y tecnología avanzada, Magíster en Psicopedagogía, mención en Neurodesarrollo, Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Parvularia, Docente Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi (IST), Latacunga, Ecuador.
- II. Docente Investigadora, Magíster en Psicopedagogía, mención en Neurodesarrollo, Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Educación Básica, Docente Escuela de Educación Básica “Luis Fernando Vivero”, Latacunga, Ecuador.

Resumen

La neurociencia ha revolucionado la comprensión del aprendizaje humano al revelar cómo el cerebro procesa, almacena y recupera información. La plasticidad cerebral, o capacidad del cerebro para reorganizarse y adaptarse, desempeña un papel crucial en el aprendizaje, ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la educación. La investigación que se presenta tuvo como objetivo general: Explorar las conexiones entre neurociencia, plasticidad cerebral y su impacto en los procesos de aprendizaje. Metodológicamente se utilizó un enfoque cualitativo con un diseño y nivel explicativo, basado en un análisis documental, la técnica empleada fue la revisión de contenido, evaluando estudios y teorías sobre la plasticidad neuronal y sus aplicaciones educativas. Dentro de los hallazgos se destacó que la plasticidad cerebral permite a los estudiantes mejorar sus habilidades mediante la práctica y el uso de estrategias adecuadas, la neurociencia ha demostrado cómo la repetición y la exposición a estímulos positivos fortalecen las conexiones neuronales, mejorando el rendimiento académico. Se concluye que, la comprensión de las conexiones cerebrales y la plasticidad neuronal es fundamental para desarrollar estrategias pedagógicas que potencien el aprendizaje y la neurociencia proporciona herramientas esenciales para adaptar la enseñanza a las necesidades cognitivas de los estudiantes.

Palabras clave: Educación; Neurociencia; Cerebro; Plasticidad; Aprendizaje.

Abstract

Neuroscience has revolutionized the understanding of human learning by revealing how the brain processes, stores and retrieves information. Brain plasticity, or the brain's ability to reorganize and adapt, plays a crucial role in learning, offering new opportunities to improve education. The general objective of the research presented was: Explore the connections between neuroscience, brain plasticity and their impact on learning processes. Methodologically, a qualitative approach was used with a design and explanatory level, based on a documentary analysis, the technique used was content review, evaluating studies and theories on neuronal plasticity and its educational applications. Among the findings, it was highlighted that brain plasticity allows students to improve their skills through practice and the use of appropriate strategies. Neuroscience has shown how repetition and exposure to positive stimuli strengthen neural connections, improving academic performance. It is concluded that understanding brain connections and neuronal plasticity is

essential to develop pedagogical strategies that enhance learning and neuroscience provides essential tools to adapt teaching to the cognitive needs of students.

Keywords: Education; Neuroscience; Brain; Plasticity; Learning.

Resumo

A neurociência revolucionou a compreensão da aprendizagem humana ao revelar como o cérebro processa, armazena e recupera informações. A plasticidade cerebral, ou a capacidade do cérebro de se reorganizar e adaptar, desempenha um papel crucial na aprendizagem, oferecendo novas oportunidades para melhorar a educação. O objetivo geral da pesquisa apresentada foi: Explorar as conexões entre neurociência, plasticidade cerebral e seu impacto nos processos de aprendizagem. Metodologicamente, utilizou-se uma abordagem qualitativa com nível de design e explicativo, baseado em análise documental, a técnica utilizada foi a revisão de conteúdo, avaliando estudos e teorias sobre plasticidade neuronal e suas aplicações educacionais. Dentre as descobertas, destacou-se que a plasticidade cerebral permite que os alunos melhorem suas habilidades por meio da prática e do uso de estratégias adequadas. A neurociência tem mostrado como a repetição e a exposição a estímulos positivos fortalecem as conexões neurais, melhorando o desempenho acadêmico. Conclui-se que compreender as conexões cerebrais e a plasticidade neuronal é essencial para desenvolver estratégias pedagógicas que potencializem a aprendizagem e a neurociência fornece ferramentas essenciais para adaptar o ensino às necessidades cognitivas dos alunos.

Palavras-chave: Educação; Neurociências; Cérebro; Plasticidade; Aprendizado.

Introducción

La neurociencia, como disciplina científica, tiene sus raíces en prácticas antiguas como la trepanación, una técnica utilizada para tratar desórdenes conductuales mediante la perforación del cráneo con el fin de liberar espíritus o males. Hallazgos fósiles en Ucrania sugieren que esta práctica se remonta al Neolítico, hace unos 7.000 años, y también se ha documentado su uso en Sudamérica alrededor del 700 a.C. No obstante, sería en el antiguo Egipto donde, a través del papiro de Edwin Smith atribuido a Imhotep (c. 2690-2610 a.C.), se realizaron descripciones detalladas de las estructuras cerebrales, incluyendo procedimientos diagnósticos y quirúrgicos pioneros (Ibáñez y García, 2015). En este papiro, Imhotep fue el primero en describir de manera precisa las

estructuras del cerebro, las suturas craneales, las meninges y el líquido cefalorraquídeo, también recomendó el uso de anestesia para realizar intervenciones en el cerebro, y ofreció observaciones sobre la relación entre este órgano y los movimientos corporales. A pesar de estos avances, los egipcios seguían considerando que las emociones y pensamientos residían en el corazón, aunque hoy sabemos que estos procesos ocurren en el cerebro, tal como ya se sugería en los escritos de Imhotep.

En la antigua Grecia, pensadores como Alcmeón de Crotona ya atribuían al cerebro un rol central en la conciencia humana (Sánchez, 2016). Aristóteles, por su parte, planteaba que las pasiones, originadas en el corazón, eran reguladas por el cerebro, que funcionaba como un enfriador de la sangre. Aunque esta visión es considerada incorrecta hoy en día, reflejaba un esfuerzo por entender la función del cerebro en la conducta humana (Rábano, 2018). Aunque estos filósofos ofrecían interpretaciones basadas en especulaciones, la teoría hipocrática aportó una perspectiva más fisiológica. Hipócrates sugirió que los desequilibrios en los humores corporales (sangre, bilis negra, bilis amarilla y flema) afectaban tanto la salud como el comportamiento humano, y que era necesario mantenerlos en equilibrio para evitar enfermedades (Sanguineti, 2014).

En este sentido, Galeno influido por esta teoría, propuso que el cerebro y el cerebelo controlaban diferentes aspectos del comportamiento humano: el cerebelo regulaba los músculos, mientras que el cerebro se relacionaba con las sensaciones y la memoria. Además, sostenía que los humores se desplazaban hacia los ventrículos cerebrales a través de los nervios, lo que influía en las acciones del cuerpo (Calzadilla, 2017; Duque et al., 2014). A finales del siglo XX, surgió nuevamente interés en estas ideas a través del concepto del aprendizaje basado en el cerebro, inicialmente como una técnica educativa que, gracias a la integración de disciplinas como la psicología clínica y educativa, se han explorado con mayor profundidad los mecanismos cerebrales que subyacen al proceso de aprendizaje (Saavedra, 2001).

En este contexto, la investigación que se plantea tiene como objetivo general: Explorar las conexiones entre neurociencia, plasticidad cerebral y su impacto en los procesos de aprendizaje. Para alcanzarlo fue crucial abordar aspectos conceptuales, teóricos, avances recientes y propuestas que contribuyan a enriquecer el campo educativo, en beneficio de docentes, profesionales, estudiantes y la sociedad en general.

Este documento también busca guiar al lector a través de los conceptos introductorios y fundamentales de la neurociencia aplicada a la educación, abarcando desde su definición hasta su relevancia y algunas de sus ramas derivadas.

Fundamentación teórica

La neurociencia

La neurociencia es una disciplina interdisciplinaria que colabora con campos como la psicología, las matemáticas, la química, la biología, la filosofía y la lingüística, se fundamenta en disciplinas como la fisiología, la psicología, la bioquímica y la pedagogía, que explican la estructura, funciones y desarrollo del sistema nervioso y sus divisiones (Haines, 2014; Sousa, 2014). Aunque ha emergido como un área de estudio explícita desde finales del siglo XX, sus orígenes se remontan a tiempos antiguos, tal como se explica en el apartado de la introducción, se centra en el estudio del sistema nervioso y su relación con las funciones cognitivas que luego dan lugar al comportamiento (Zeise, 2021). También se define como una rama de las ciencias de la vida que se dedica a estudiar la anatomía, bioquímica y biología molecular de los nervios y el tejido nervioso, en conexión con el comportamiento y el proceso de aprendizaje humano (Diccionario Merriam Webster, 2021).

En la actualidad, el campo de la neurociencia educativa ha ganado impulso en las últimas tres décadas, gracias a la colaboración multidisciplinaria entre educadores, psicólogos y científicos. Este enfoque conjunto ha permitido desarrollar estrategias que integran el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Sousa, 2015). El sistema nervioso no solo es responsable de generar pensamientos, emociones y comportamientos, sino que también regula funciones corporales esenciales, como la respiración. Su estudio nos permite profundizar en la comprensión de la biología humana, lo que a su vez facilita el desarrollo de estrategias para mejorar condiciones que afectan al cerebro, el sistema nervioso y el cuerpo en general (Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development, 2019).

En el ámbito educativo, la neurociencia ofrece herramientas para diferenciar las prácticas más efectivas para el aprendizaje. Esto permite identificar las habilidades innatas de los estudiantes, y

aplicar intervenciones significativas mediante estrategias que optimicen el aprendizaje y contribuyan a mejorar el rendimiento académico.

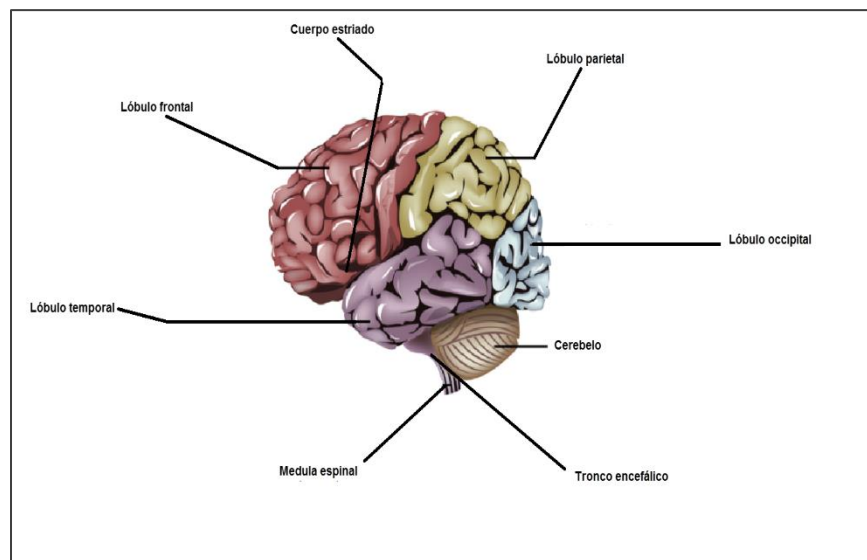
Cerebro, elementos y sus funciones

El cerebro es el órgano responsable de las funciones mentales cognitivas superiores, se encarga de desarrollar, controlar y regular las áreas de la memoria, el juicio, el pensamiento, la personalidad, la percepción y el aprendizaje. Es un órgano complejo, que conjuntamente con la medula espinal, interviene en todos los procesos que regulan el cuerpo humano y forman el Sistema Nervioso Central (SNC) (Jhons Hopkins Medicine, 2019).

Asimismo, el cerebro se compone en un 60% de grasa, el restante 40% es una combinación de agua, sales, carbohidratos y proteínas. Contiene vasos sanguíneos, nervios, células gliales y neuronas. Forman parte de el, con diferentes funciones elementales: lóbulo frontal, lóbulo parietal, lóbulo temporal, lóbulo occipital, cuerpo estriado, tronco encefálico, cerebelo y medula espinal (Ver Figura 1).

Figura 1

Partes básicas del cerebro y sus funciones elementales



Dividido en materia gris y blanca, la primera se compone de somas neuronales y la segunda de axones que son los tallos largos que conectan las neuronas entre sí, envueltos en mielina que es una capa protectora. Cada región cumple una función específica, la materia gris procesa la información, y la materia blanca la transmite a otras partes, envía y recibe señales químicas y eléctricas en todo

el cuerpo, estos mensajes son almacenados, mientras otros se transmiten a través de la médula espinal, por la columna vertebral, por el Sistema Nervioso Central (SNC), dotado de millones de neuronas que son las células nerviosas (Johns Hopkins Medicine, 2019).

El lóbulo frontal es clave en funciones cognitivas superiores, como la planificación, toma de decisiones, control de conductas, percepción y coordinación. Está involucrado en la capacidad de razonar y emitir juicios, además de ser esencial para la memoria y el comportamiento sexual. Este lóbulo también regula la ejecución de movimientos y el lenguaje, las funciones motoras, como mover partes del cuerpo, se inician en el área motora del lóbulo frontal.

Asimismo, el lóbulo parietal su función principal es la percepción de los sentidos, en especial el tacto, el dolor y el manejo de las sensaciones corporales, se encuentra dividido en dos hemisferios; lado izquierdo se encarga de la comprensión del lenguaje y la realización de cálculos matemáticos. Lado derecho está relacionado con las funciones motoras del cuerpo, especialmente aquellas que requieren coordinación sensorial y espacial.

Por su parte el lóbulo occipital está relacionado con la visión y el procesamiento de estímulos visuales. Se encarga de interpretar las formas, movimientos y colores, siendo crucial para la percepción visual y la interpretación del entorno visual. El lóbulo temporal desempeña un papel en la audición y el olfato, y se encuentra cerca del hipocampo, que es fundamental para la memoria, el lóbulo temporal dominante está relacionado con el reconocimiento de palabras, objetos y nombres, mientras que la parte no dominante se enfoca en el procesamiento de sonidos no verbales y en la memoria visual.

El cerebelo regula el balance del cuerpo, la postura y la coordinación de los movimientos voluntarios, también es responsable de afinar las acciones motoras para que sean fluidas y precisas, como al caminar o escribir, se interrelaciona con el sistema motor del lóbulo frontal, asegurando que los movimientos ejecutados sean coordinados y equilibrados. El tronco encefálico controla funciones automáticas vitales, como la respiración, el ritmo cardíaco y el sueño, además, actúa como una vía de conexión entre el cerebro y la médula espinal, esta estructura es esencial para mantener las funciones básicas de supervivencia, ya que regula las respuestas automáticas del cuerpo.

En este orden de ideas, la médula espinal conecta el cerebro con los nervios que recorren la mayor parte del cuerpo, funciona como una vía de comunicación que transmite señales desde el cerebro hacia los músculos y órganos, y viceversa. Esta conexión es fundamental para la coordinación de

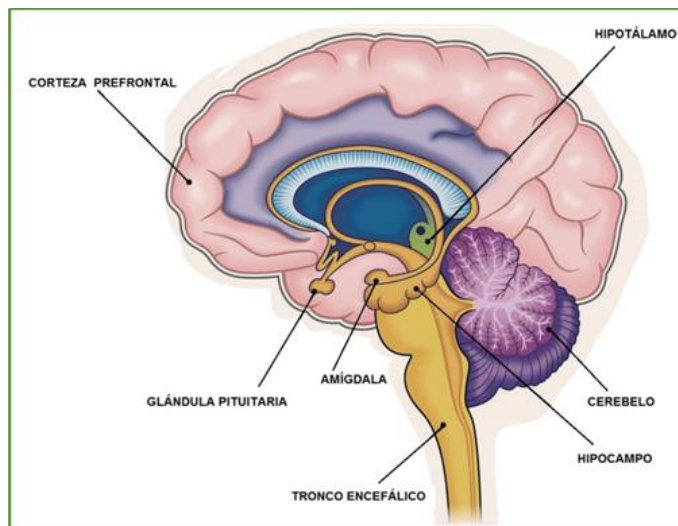
los movimientos y para que el cerebro reciba información sensorial. El cuerpo estriado también conocido como núcleo estriado, recibe información de la corteza cerebral y participa en el control de los movimientos y en el aprendizaje de hábitos motores, se conecta con otras estructuras del cerebro para regular tanto las acciones voluntarias como los patrones de comportamiento repetitivo. El cerebro funciona como un sistema integrado, donde las diferentes estructuras están interconectadas para coordinar las funciones cognitivas, emocionales y motoras, el lóbulo frontal se comunica con el cerebelo para afinar los movimientos, mientras que también interactúa con el lóbulo temporal para gestionar la memoria y el reconocimiento de palabras. El lóbulo parietal interpreta las señales sensoriales recibidas del cuerpo a través de la médula espinal, permitiendo que el cerebro procese y responda de manera efectiva a los estímulos táctiles y motores. El tronco encefálico asegura que los procesos automáticos como la respiración, regulados por el cerebro se mantengan activos y funcionales, en conjunto, estas estructuras permiten una coordinación efectiva entre las funciones conscientes, como el razonamiento y el movimiento, y las funciones automáticas del cuerpo, esenciales para la vida diaria.

Estructuras profundas del cerebro

El cerebro por su complejidad posee estructuras más profundas, en donde se destacan la glándula pituitaria, el hipotálamo, la amígdala, el hipocampo, la glándula pineal, los ventrículos y líquido cefalorraquídeo. Asimismo, tiene dos conjuntos de vasos sanguíneos que suministran sangre y oxígeno: las arterias vertebrales y las arterias carótidas (Johns Hopkins Medicine, 2019). La glándula pituitaria es una estructura del tamaño de un guisante que se encuentra en lo profundo del cerebro detrás del puente de la nariz, gobierna la función de otras glándulas del cuerpo (Ver Figura 2).

Figura 2

Estructuras profundas del cerebro



Nota: Adaptación propia (2024), a partir de Johns Hopkins Medicine (2019)

Asimismo, el hipotálamo es el encargado de enviar mensajes químicos a la glándula pituitaria que controlan su función, también regula temperatura corporal, patrones de sueño, hambre, sed y juega un papel principal en algunos aspectos de la memoria y las emociones. La amígdala son pequeñas estructuras en forma de almendra, ubicadas en cada mitad del hemisferio del cerebro, regulan las emociones y la memoria, asociada con el sistema de recompensa del cerebro, el estrés y las respuestas ante la necesidad de lucha o huida, es decir, con mecanismos de sobrevivencia.

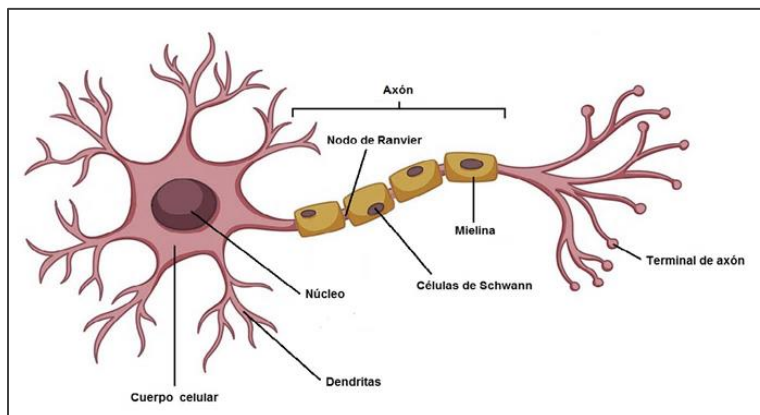
En este sentido el hipocampo es un órgano curvo en forma de caballito de mar, forma parte de la formación hipocampal, determina la memoria, el aprendizaje, la navegación y percepción del espacio. La glándula pineal ubicada en lo profundo del cerebro y unida por un tallo en la parte superior del ventrículo, responde a la luz, la oscuridad, secreta melatonina que regula los ciclos circadianos y el ciclo del sueño.

Las funciones principales del cerebro van desde controlar el comportamiento y movimiento, procesar información sensorial hasta controlar funciones homeostáticas como la presión arterial, latidos del corazón y la temperatura del cuerpo. Para ello, se vale de diferentes mecanismos, impulsos eléctricos y químicos. Las neuronas juegan un papel importante en estas funciones, son células diminutas que pertenecen al sistema nervioso, formadas en el hipocampo, regenerándose constantemente. Se estima que existen más de 100 mil millones de neuronas que se conectan entre

sí para permitir las diversas y complejas funciones del cerebro, también liberan sustancias químicas llamados neurotransmisores (Uriarte, 2019). En la siguiente Figura 3 se puede observar la composición de una neurona.

Figura 3

Composición de una neurona



Nota: Adaptación propia (2024), a partir de Johns Hopkins Medicine (2019)

En vista que las neuronas cumplen la función de comunicar la información de una parte del cuerpo hacia otras, regulan y controlan desde el parpadeo de los ojos, hasta los pensamientos y sentimientos a través de las señales eléctricas denominadas impulsos nerviosos. Se clasifican en una determinada tipología acorde a sus funciones: neuronas sensoriales, motoras, interneuronas y de relé. Burguín y Schinder (2012) afirman que “Cada vez se acumula más evidencia que respalda la idea de que los comportamientos dependientes del hipocampo activan nuevas neuronas y que esas neuronas son muy relevantes para el procesamiento de la información”. Cada cerebro humano, aunque coincidente en estructura, en la mayoría de los casos, es único e irrepetible, parecido a una huella digital, dotado de una constelación neuronal única en cada persona, razón por la cual existe infinidad de reacciones ante una misma situación (Blanco, 2019).

Cerebro, funcionamiento neuronal y el aprendizaje

El cerebro es un coordinador de la información interna (sistemas orgánicos cardiovascular, digestivo, respiratorio, muscular) y externa (estímulos del medio, educación, entorno, relaciones, captados por los sentidos), capaz de procesar un aproximado de mil millones de datos por segundo. La neurona es la unidad principal de este complejo mecanismo. (Blanco, 2019) enfatiza en que la neurona “Recibe impulsos electromagnéticos y emite respuestas de forma inmediata o dilatada a

cada estímulo que absorbe, además de memorizar la información a fin de utilizarla en situaciones posteriores semejantes” (p. 13).

Permite el aprendizaje mediante la actividad y conectividad neuronal, mientras más conexiones tienen el cerebro cuando aprende, logrado a través de una experiencia integral de estimulación cognitiva, se abre la posibilidad de que haya más comprensión del nuevo material a ser aprendido, esto permite a la actividad cerebral asociar la información almacenada con la recién incorporada, y efectuar nuevas conexiones con contenidos ya existentes (Sánchez y Moros, 2020).

Otra característica destacada del funcionamiento neuronal es el principio rítmico, donde la neurona se activa o desactiva de manera completa, indiferentemente del estímulo recibido, lo que hace una diferencia entre la respuesta a estos estímulos de una persona a otra. Así, ante una nueva circunstancia el cerebro activa una serie de neuronas para ofrecer una respuesta adecuada, formando un circuito que se alimenta del reforzamiento para no realizar la misma inversión de energía ante un estímulo igual o similar, mediante este circuito se da la respuesta automática del cerebro, lo que permite que no utilice tanta energía y atención, y tenga a la disposición esos recursos que ahorra con la automatización, para resolver otros retos más complejo (Brookman y Thomas, 2018).

Es así, como la automatización juega un papel crucial en el proceso de aprendizaje, y en la mayoría de las actividades intelectuales, que normalmente gozan de complejidad, un ejemplo de ello es la comprensión lectora que no se puede desarrollar sin la previa lectura mecánica, asimismo la expresión oral, donde debe trabajarse el vocabulario, Blanco (2019) “Prácticamente todas las habilidades superiores de pensamiento descansan en automatismos neurológicos desarrollados con anterioridad” (p.15).

Es por ello que, el gran reto en la infancia radica en la formación de la mayoría de los circuitos neuronales de la automatización para las funciones superiores, a razón de ello, la educación ha invertido mucho tiempo en prácticas repetidas para asentar circuitos neurológicos que fundamentan el pensamiento abstracto y la aplicación del conocimiento. Esto se logra a través de la comunicación que existe entre las neuronas (sinapsis) que se da por vía química y electromagnética.

El neuroaprendizaje como enfoque educativo

El neuroaprendizaje se refiere a la integración de la psicología, pedagogía y neurociencia para comprender cómo funciona el cerebro durante el proceso de aprendizaje. En la actualidad, existen

evidencias sobre los mecanismos del cerebro humano para aprender, lo que ha permitido desarrollar herramientas que explican cómo se adquiere el conocimiento desde las primeras etapas de la vida y a lo largo del desarrollo humano (Diamond y Ling, 2016).

Estas herramientas educativas permiten abarcar una diversidad de estilos de aprendizaje, múltiples inteligencias, y diferentes canales sensoriales, además de facilitar la forma de abordar desafíos. Se sabe que existen períodos críticos en el desarrollo cognitivo, especialmente en los primeros años de vida, desde el nacimiento hasta los tres años, cuando se producen más conexiones sinápticas (Pérez, et al., 2018).

A pesar de su potencial, la implementación del neuroaprendizaje en el ámbito educativo ha generado debates. Algunos expertos sugieren que es necesario priorizar factores sociales que influyen en la educación durante la infancia antes de aplicar este enfoque. Estas críticas, junto con preocupaciones metodológicas sobre la fiabilidad de las imágenes cerebrales funcionales (Tomas, et al., 2020), subrayan la importancia de recordar que la neurociencia es una disciplina multidisciplinaria que abarca áreas como las ciencias cognitivas y conductuales (Diamond y Ling, 2016).

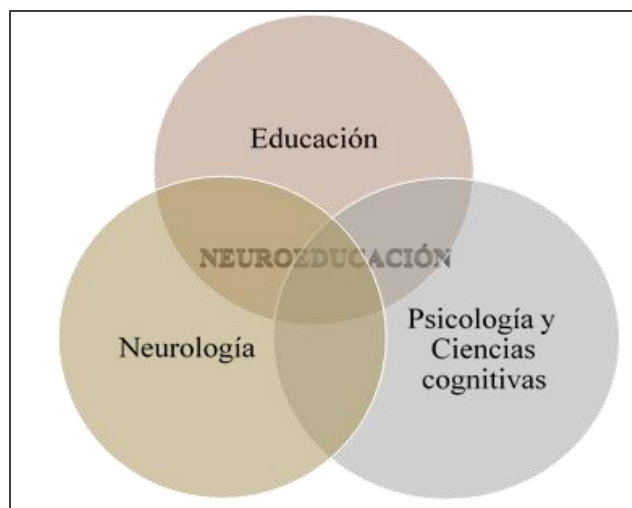
Aunque la neurociencia presenta limitaciones metodológicas, estas no deberían desalentar la colaboración interdisciplinaria. Por el contrario, integrar conocimientos de diversas áreas puede potenciar la práctica educativa (Jolles y Jolles, 2018).

Neuroeducación

La American Psychological Association (APA, 2020), define la neuroeducación como “el estudio de las actividades que ocurren en el cerebro cuando las personas aprenden y la aplicación de este conocimiento para mejorar las prácticas de instrucción en el aula y optimizar el diseño del plan de estudios”. Asimismo, la define García (2021) como “una disciplina que promueve la integración de la educación, la neurología, la psicología y las ciencias cognitivas para producir mejores métodos de enseñanza y programas didácticos” (p.01).

Figura 4

Ciencias que convergen en la neuroeducación



Nota: Adaptado por las autoras (2024), a partir de (García, 2021)

En este contexto, un ejemplo de investigación neuroeducativa, es la relación entre la comprensión de las estructuras espaciales de los infantes y el desarrollo del sentido espacial y numérico, como resultado el docente realiza una serie de actividades en el aula para estimular la adquisición de estas habilidades. La educación ha estado enriquecida por diferentes modelos, que buscan entender y proporcionar estrategias para el aprendizaje en sus diferentes niveles. La neurociencia se encuentra abriéndose paso de una concepción de aprendizaje poco tradicional, en vista que requiere la introducción de un conocimiento de procesos biológicos complejos que interactúan, y que se articulan en cuatro componentes funcionales y particulares del ser humano, como lo es: la motivación, la emoción, la atención y la memoria (Lucio, 2020).

En las últimas décadas, algunos educadores se han capacitado en enfoques clásicos de los fundamentos biológicos del aprendizaje que han establecido el cerebro como un órgano estático. Estos enfoques han establecido una visión fija de la base biológica de los comportamientos y respaldan puntos de vista precisos de la relación entre el aprendizaje y la biología (Naegele, 2015). Sin embargo, la investigación neurocientífica contemporánea ahora ha proporcionado evidencia de un sistema nervioso desarrollado en estrecha relación con la experiencia. Así, la investigación en neurociencia desafía algunas ideas fuertemente arraigadas en la educación, como la idea de la relación entre la inteligencia y el número de sinapsis, o la idea de que el cerebro solo cambia con la edad debido a la muerte o apoptosis de las células neuronales (García, 2020).

Actualmente llamada neuroeducación y/o neurociencia educativa, trata de la aplicación de los aportes de la neurociencia en los modelos y prácticas educativas, para ello, es necesario profundizar en los procesos cerebrales y mentales involucrados en el aprendizaje. Es un campo científico multidisciplinario emergente (Centre for Educational Neuroscience, 2021). Entre los estudios realizados en este ámbito se destacan los mecanismos neuronales de la lectura, la cognición numérica, la atención y sus dificultades concomitantes, entre otros. Uno de los objetivos de la neuroeducación es generar investigación básica y aplicada para dar explicación al aprendizaje de una forma transdisciplinar.

La neuroeducación desde lo transdisciplinar

La intervención y combinación de la neurociencia con la psicología cognitiva y la pedagogía para abordar la educación, produce lo que se puede denominar enfoques neuropsicológicos de la educación. Este enfoque tiene la tarea de explicar la organización, el funcionamiento, la diversidad e individualización del cerebro. Relaciona la capacidad de aprendizaje del alumno con el cerebro y su función, con el objetivo de poder atender la experiencia de cada persona según su desarrollo (Pérez, et al., 2018).

Según (Punset, 2009) mencionado en (Pérez, et al., 2018) la corteza cerebral se modifica con la experiencia y la educación, ésta afecta la organización del cerebro, la alteración de la corteza cerebral y el desarrollo de sus habilidades. Una vez que se desarrollan estas habilidades, se estabilizan e influyen en casi todo lo que se hace, así que educar es modificar el cerebro. La relación entre neurociencia con la pedagogía es muy estrecha porque involucra el aprendizaje del individuo por medio de estrategias educativas basadas en el conocimiento del funcionamiento del cerebro, su estimulación adecuada y sus procesos (Cevallos y Moya, 2019).

Dentro del proceso de aprendizaje, se puede entender que el individuo que aprende (conocido como educando) adquiere mejoras en sus habilidades cognitivas (orientación, atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas, entre otras) producto de estrategias de aprendizaje propuestas por un educador con previo conocimiento de los procesos cerebrales y neuronales (Santana, 2016; Trianes, 2016).

Neuropedagogía

Es una ramificación de las neurociencias aplicada a la utilización de los conocimientos de la neurología cognitiva, la psicofisiología diferencial, los conocimientos neuropsicológicos, los datos sobre la organización cerebral de los procesos de dominio de los diferentes tipos de material educativo, teniendo en cuenta la compatibilidad de las de los estudiantes y los profesores en el proceso educativo (Centro Europeo de Postgrado del Perú, 2017).

El objetivo central de la neuropedagogía es la resolución de las tareas pedagógicas de forma óptima y creativa en la práctica, utilizando los conocimientos de las características individuales del cerebro en sus funciones mentales superiores (Centro Europeo de Postgrado del Perú, 2017). La neuropedagogía posee un sistema de principios que se fundamentan en:

- La confianza en la experiencia previa y la búsqueda de sentido como cualidades innatas del cerebro
- El cerebro busca el significado a través del establecimiento de regularidades
- El desarrollo del cerebro se estimula en un entorno de libertad creativa y se bloquea en un entorno de presión, coacción y amenaza.
- Una persona entiende y recuerda mejor las cosas cuando los conocimientos y las habilidades se graban en el sistema de memoria visual-espacial
- Los procesos de conciencia y subconsciencia en el cerebro del alumno se desarrollan simultáneamente.
- El cerebro opera al menos dos sistemas de memoria: un sistema de memoria visual-espacial y un sistema memorístico.
- La enseñanza y el aprendizaje son mecanismos naturales de desarrollo del cerebro.
- Las emociones son cruciales en el aprendizaje y la enseñanza
- Cada cerebro humano posee su propia singularidad.
- El cerebro es capaz de absorber información simultáneamente en condiciones de atención focalizada y percepción periférica.

Una comprensión conceptual sobre el desarrollo del cerebro puede ayudar a los docentes a observar de manera más integral a los estudiantes, las lecciones o las interacciones en el aula. Esto les permitirá tomar decisiones más informadas sobre cómo abordar una situación particular. La investigación en el campo de la neurociencia cognitiva muestra que los niños se benefician de un

entorno de aprendizaje rico que incluya actividades que despierten la curiosidad y estimulen las habilidades del lenguaje y del pensamiento (Jolles y Jolles, 2018).

La neuropedagogía tiene como objetivo la estimulación de nuevas regiones del cerebro y establecer conexiones para el aprendizaje (Naegele, 2015). En la investigación interdisciplinaria, la combinación de la pedagogía, psicología, neurología y la cibernética, hace posible que la neuropedagogía resuelva las tareas del proceso de aprendizaje de una forma creativa, utilizando los conocimientos sobre las características individuales de la organización cerebral de las funciones mentales superiores (Centro Europeo de Postgrado del Perú, 2017), incluyendo las condiciones neurobiológicas de la realidad educativa (Chojak, 2019).

Como finalidad el mayor efecto sobre los logros y el progreso del proceso de aprendizaje se produce cuando se proporciona una retroalimentación eficaz que contribuye a la búsqueda de mejores resultados, basándose en la investigación de la neurociencia, donde el entorno emocional en el proceso educativo es de suma importancia considerar (Baranova y Kazlauskienė, 2020).

En este orden de ideas, el cerebro es capaz de absorber información focalizada o mediante la percepción periférica, es importante organizar el proceso de aprendizaje de tal forma, que las características de la percepción periférica puedan utilizarse como factores constructivos de aprendizaje. Un ejemplo de ello, es la estimulación recibida viendo un cortometraje, donde las fotografías son expuestas con una música de fondo adecuada para mejorar el contexto de la grabación (Centro Europeo de Postgrado del Perú, 2017).

Estrategias de aprendizaje, neuroeducación y neuropedagogía

Los mecanismos que rigen las funciones cerebrales y su impacto en el aprendizaje es uno de los aportes de la neurociencia en la educación, sin embargo, aunque se encuentran íntimamente relacionados, las adaptaciones de los conocimientos científicos en las prácticas del aula al parecer tienen una amplia brecha. En el apartado anterior se mencionaron los neuromitos, que normalmente son creados por las interpretaciones y aplicaciones de conocimiento sobre neurociencia en las aulas, pero que difieren de los estudiado por esta disciplina, que se considera la ciencia de cerebro y del sistema nervioso. Los avances tecnológicos han permitido que, se puedan observar las ramificaciones o áreas del cerebro que son estimuladas al momento de recibir, percibir o procesar información en el cerebro, esto conlleva a la complejidad de las estrategias de aprendizaje idóneas para lograr un desarrollo educativo en los estudiantes.

También la interrogante de cómo se deben preparar los programas curriculares y en qué área el docente debe especializarse, sabiendo que la investigación de la neurociencia se divide aproximadamente en cinco niveles: el nivel genético, genético molecular, las actividades neuronales y sus vínculos, los circuitos cerebrales y los sistemas funcionales, así como los trastornos y síndromes del comportamiento humano, estos niveles poseen influencias unos sobre otros (Cui y Zhang, 2021).

Los métodos de investigación avanzados han contribuido significativamente en mejorar la comprensión de los mecanismos subyacentes del aprendizaje, el papel del pensamiento, razonamiento y sentimientos, desde la perspectiva del funcionamiento del cerebro humano. Asimismo, las investigaciones avanzan en el conocimiento de la maduración del cerebro y su relación con los cambios de desarrollo en la cognición, la función emocional y el comportamiento (Jolles y Jolles, 2018).

Retomando el enfoque interdisciplinario de la neuroeducación, donde intervienen diferentes áreas de la ciencia, pero particularmente la pedagogía que se dedica al aprendizaje y los procesos educativos, la psicología con respecto a sus avances en la cognición y el comportamiento, y la neurociencia que se centra en el funcionamiento del sistema nervioso central y el desarrollo del cerebro.

Los aportes que estas tres disciplinas facilitan en el proceso de aprendizaje, pueden potenciar estrategias que permitan avances sobre la interacción, funcionamiento y desarrollo del cerebro y las funciones neuronales para mejorar los procesos educativos, si bien es cierto, y fue enfatizado con claridad en los apartados anteriores, que hay opiniones diversas, controversiales y en muchos casos cerradas ante a la idea que la neurociencia pueda incorporarse con éxito en la educación. También es necesario considerar la importancia de poner en práctica los conocimientos, cerrando lo más que se pueda la brecha entre las diversas disciplinas que actúan en este espacio novedoso de la neuroeducación.

La plasticidad cerebral, la neuroeducación y el aprendizaje

La plasticidad hace referencia a la propiedad de un material para ser moldeado o transformado, con la intención de cambiar de forma. Cuando se habla particularmente de plasticidad cerebral, se define como “la capacidad del sistema nervioso para cambiar su estructura y funcionamiento a lo

largo de la vida como reacción a la diversidad del entorno y las experiencias de una persona” (García, 2021, p.02).

En estos términos el cerebro posee capacidad para recuperarse y reestructurarse a lo largo de una lesión o impacto, como lo realizaría cualquier músculo del cuerpo humano. Esto ha demostrado que posee la facilidad de ajustarse y funcionar con nuevos conocimientos, entendimientos, comportamientos y patrones, siendo este último determinante para el proceso didáctico. Cada vez que un nuevo aprendizaje se arraiga en la mente de una persona, deja una marca, construyendo novedosas conexiones y extendiendo toda la red neuronal del individuo (Codina, 2014).

Ahora bien, la plasticidad cerebral evidentemente es una capacidad innata del cerebro humano, su estudio en el campo neurocientífico puede brindar aportes valiosos que acerquen a los programas educativos metodologías, técnicas y herramientas para brindar un desarrollo óptimo y constante en el proceso de aprendizaje. Esto sin ánimos de devaluar, desechar o menospreciar los actuales paradigmas educativos o las técnicas que se utilizan, más bien, con la finalidad de potenciar y mejorar esas metodologías para obtener resultados más satisfactorios.

Cuando se aplican las estrategias basadas en la neurociencia, se ve que estas promueven la enseñanza y se pueden lograr mejores resultados a la hora de adquirir, retener y aplicar los aprendizajes en los estudiantes, teniendo en cuenta que al comprender cómo funciona el cerebro, los educadores están mejor equipados para ayudar a los estudiantes en todas las áreas, desde la atención enfocada hasta una mayor retención.

Esa es la promesa del aprendizaje basado en el cerebro, aprovechando el conocimiento de los campos de la neurociencia, la psicología. Llevar esta información al aula puede ayudar a los docentes a crear un entorno de aprendizaje rico, despertando el interés por aprender, aliviando la desatención, mejorando habilidades y autocontrol. Tomando en consideración a dinámicas y funciones cerebrales que permiten identificar los 8 sistemas de aprendizaje (Tomas, et al., 2018):

- Sistema para memorizar momentos específicos. Se hace uso de la memoria episódica o autobiográfica. Las funciones cerebrales que actúan son el hipocampo y las estructuras que lo rodean. Este sistema es dinámico y cambia sus conexiones muy rápidamente.
- Capacidad cerebral para aprender asociaciones entre información perceptiva y respuestas motoras. Detecta patrones espaciales y temporales complejos, sucede dentro de la corteza cerebral.

- Asociaciones inconscientes asociadas a estructuras emocionales límbica profundas. Las asociaciones entre estímulo y respuesta generalmente, conocidas como condicionamiento clásico. Pueden formarse en segundos y minutos.
- El cerebro aprende a controlar los sistemas de contenido específico en la corteza posterior para que se activen en los contextos apropiados. Involucra la corteza prefrontal, que también interactúa con las estructuras límbicas para integrar la planificación con la emoción.
- Sistema basado en recompensas que resuelve lo que tenemos que hacer para obtener lo que queremos. Se promueve la gratificación y se evita el fracaso, este sistema opera en segundos y minutos.
- Sistema de aprendizaje procedimental para actividades de aprendizaje frecuentes (atarse los cordones de los zapatos, leer o conducir un automóvil). Estas habilidades automáticas pueden tomar decenas o cientos de horas para aprender a través de la práctica. Se implican los circuitos circulares de exterior a interior que conectan la corteza a través de los ganglios basales con el tálamo, el cerebelo y viceversa.
- El cerebro puede aprovechar sus amplios circuitos para percibir y comprender a otras personas. Las habilidades se pueden aprender simplemente observando a otras personas, lo que se denomina modelado.
- El cerebro puede aprovechar sus circuitos generalizados para usar el lenguaje para construir nuevos conceptos y planes. Las habilidades se puedan aprender a través de la instrucción.

Todo esto, sin mencionar el principio más amplio de todos, hacer que todos estos procesos se hagan en automático, donde la practica conlleva a una rapidez de esa automatización en diversas tareas y procesos. Tomas et al., (2018) “Las habilidades se transfieren progresivamente a los ganglios basales y las estructuras del cerebelo. Cuantos más conocimientos/habilidades se utilizan, más se vuelven automáticos”.

El comportamiento humano y el aprendizaje, que incluye decidir, crear, pensar, sentir y recordar, tienen sus orígenes en el cerebro. Este se desarrolla a través de un proceso dinámico. Donde, desde temprana edad el niño organiza su cerebro paulatinamente, agregando experiencias sociales, emocionales y cognitivas. El protagonismo de la educación en este proceso viene dado en conjunto, por la relación entre la crianza, la biología en el desarrollo y la escolarización.

Por ello, la interacción entre la experiencia y la biología es sumamente importante para la educación, en la medida que los neurocientíficos aprenden sobre los aspectos que tienen más probabilidad de influir en esta última, los docentes o educadores están desarrollando experiencias, intervenciones y evaluaciones educativas en interacción con el proceso de aprendizaje del infante (Immordino y Fischer, 2015).

En este clima interdisciplinario y aplicado, los educadores se encuentran en una posición particularmente buena para ayudar a generar nuevas preguntas y temas para la investigación sobre el aprendizaje y el cerebro, ya que se ocupan a diario de los problemas y situaciones del desarrollo que afectan a niños y adultos reales en su vida. aprendizaje. Por esta razón, los docentes, deben estar familiarizados con la neurociencia y el funcionamiento del cerebro, a fin de convertirse en lo más informados de los hallazgos relevantes desde el punto de vista educativo y contribuyentes para identificar y dar forma a nuevas preguntas que la neurociencia debe abordar (Baranova y Kazlauskiene, 2020).

Sin embargo, esto no significa que la neurociencia sea capaz de aportar conocimientos sobre todos los problemas educativos. Uno de los desafíos para el este campo es que los docentes aprendan sobre la aplicabilidad, las implicaciones y los límites de la investigación en neurociencia y los neurocientíficos al mismo tiempo aprendan sobre los problemas, cuestiones y procesos de la educación, de modo que los dos campos puedan colaborar de la manera más productiva posible (Lucio, 2020).

Para que esto suceda, los educadores y los investigadores educativos deben estar en conocimiento de las herramientas, las técnicas, los supuestos y los enfoques que guían la investigación neurocientífica sobre el aprendizaje, y deben desarrollar una capacidad crítica para consumir y digerir los hallazgos neurocientíficos y evaluarlos para determinar su aplicabilidad en el aula.

Métodos y materiales

En este estudio, cuyo objetivo general fue explorar las conexiones entre neurociencia, plasticidad cerebral y su impacto en los procesos de aprendizaje, se empleó una metodología basada en el enfoque cualitativo. Esta elección permitió profundizar en la comprensión de los fenómenos que involucran tanto los procesos cerebrales como la importancia educativa que deriva del conocimiento. A continuación, se detallan los elementos metodológicos clave que guiaron este análisis.

Enfoque de la investigación

Se optó por un enfoque cualitativo dado que la naturaleza del fenómeno a estudiar requería una interpretación detallada y exhaustiva de cómo la neurociencia y la plasticidad cerebral influyen en el aprendizaje. El enfoque cualitativo permitió analizar teorías, modelos, estudios previos y mitos, lo que posibilitó generar un marco interpretativo que vinculó conceptos neurocientíficos con la pedagogía.

El enfoque cualitativo se fundamentó en la necesidad de captar las sutilezas y complejidades de las interacciones entre las funciones cerebrales y los procesos educativos, ya que los datos disponibles en esta área consisten principalmente en estudios de caso, investigaciones etnográficas y análisis textuales. Según (Hernández y Mendoza, 2018) el enfoque cualitativo es ideal cuando se exploran fenómenos que no se pueden cuantificar fácilmente y requieren una interpretación contextual. Este tipo de análisis permitió un acercamiento más humanístico y comprensivo a la interacción entre cerebro y aprendizaje.

Diseño y nivel de la investigación

El diseño de la investigación fue de tipo explicativo, ya que se buscó no solo describir las conexiones entre neurociencia y aprendizaje, sino también explicar cómo y por qué la plasticidad cerebral impacta en la adquisición de conocimientos. Este tipo de diseño se utilizó para generar hipótesis teóricas basadas en la revisión documental que explicaran las relaciones complejas entre los distintos elementos estudiados.

Este diseño sirvió para responder al objetivo de la investigación, ya que permitió comprender los mecanismos subyacentes al fenómeno de la plasticidad cerebral y su relevancia en el ámbito educativo. Esta elección se basó en la necesidad de identificar patrones y relaciones que no pueden ser observados a simple vista, requiriendo una investigación más profunda (Hernandez et al., 2014). Se pretendió ir más allá de la simple descripción y explorar los factores causales que explican cómo la plasticidad cerebral puede influir en el rendimiento académico y en la capacidad de adaptación del estudiante.

Tipo de investigación

La metodología también incluyó un análisis documental, que consistió en la recopilación y revisión de textos científicos, estudios empíricos, libros especializados y artículos académicos recientes sobre neurociencia, plasticidad cerebral y educación. El análisis documental es una técnica ampliamente utilizada en investigaciones cualitativas que buscan interpretar datos ya existentes a través de la selección y organización sistemática de la información.

Para esta investigación, se consultaron bases de datos académicas como Scopus, Google Scholar, y PubMed, con el fin de obtener material actualizado y de alta relevancia científica. La revisión se centró en estudios realizados en los últimos diez años, con especial atención a los publicados en los últimos cinco años, dado que el campo de la neurociencia aplicada a la educación ha avanzado significativamente en este periodo (Bennett & Hacker, 2019). Esta técnica fue clave para construir una base sólida de conocimiento teórico y empírico que apoyara las conclusiones del estudio.

El análisis documental permitió una comprensión profunda de las teorías y hallazgos más relevantes sobre la plasticidad neuronal y su impacto en los procesos de aprendizaje, lo que sirvió para identificar los aspectos más relevantes y actuales del tema de estudio. Según Bowen (2019), el análisis documental es una herramienta valiosa en investigaciones cualitativas ya que ofrece una fuente rica de información secundaria y permite al investigador construir una narrativa coherente sobre el fenómeno estudiado.

Técnicas y procesamiento de la información

Revisión de contenido

La técnica principal empleada en la investigación fue la revisión de contenido que, consistió en un análisis sistemático de los textos seleccionados, a través del cual se identificaron y categorizaron las principales ideas, teorías y hallazgos relacionados con la neurociencia, la plasticidad cerebral y su influencia en el aprendizaje. La revisión de contenido permitió examinar cómo la plasticidad cerebral ha sido conceptualizada y aplicada en diferentes contextos educativos y cómo estos conceptos han evolucionado a lo largo del tiempo.

Se siguieron las recomendaciones de Hsieh y Shannon (2018) para la implementación de la revisión de contenido, que sugiere un enfoque inductivo - deductivo. Primero, se realizó una lectura detallada de los textos para identificar temas emergentes (enfoque inductivo) y, posteriormente, se

compararon estos temas con las teorías preexistentes sobre plasticidad cerebral (enfoque deductivo). Esto permitió no solo generar nuevas hipótesis, sino también validar las existentes.

Durante el proceso de revisión de contenido, se prestó especial atención a cómo los estudios más recientes describen la relación entre las funciones cerebrales, como la memoria, el control ejecutivo y la atención, con el aprendizaje. La técnica también permitió evaluar críticamente las aplicaciones de estos conceptos en el aula, lo que ayudó a formar una visión más clara sobre las estrategias pedagógicas basadas en neurociencia.

Selección de estudios y teorías

La selección de los estudios y teorías a revisar se realizó bajo criterios específicos para asegurar la calidad y relevancia de los textos. Se incluyeron investigaciones que cumplieran con los siguientes requisitos:

- Publicación en revistas académicas de alto impacto o libros de editoriales reconocidas.
- Estudios empíricos y teóricos publicados en los últimos cinco años para garantizar la actualidad de la información.
- Investigaciones que se enfocaran en la relación entre la neurociencia y la educación, con énfasis en la plasticidad cerebral.

Los criterios de exclusión incluyeron estudios demasiado antiguos o con enfoques que no se alineaban con el objetivo de esta investigación. En total, se revisaron alrededor de 27 documentos, entre artículos, libros y reportes, que aportaron evidencia sobre los principales hallazgos relacionados con la plasticidad cerebral y su aplicación en el aprendizaje.

La selección de estudios recientes fue clave para asegurar que la investigación estuviera alineada con las últimas tendencias en neurociencia educativa. Según (Hernández y Mendoza, 2018), la selección de fuentes actualizadas es esencial en investigaciones de este tipo, ya que la neurociencia es un campo en constante evolución, y los descubrimientos de las últimas décadas han transformado las prácticas pedagógicas. El proceso de recolección de datos comenzó con la búsqueda en bases de datos académicas, utilizando términos clave como “neurociencia”, “plasticidad cerebral”, “aprendizaje” y “educación”. Posteriormente, los artículos y libros seleccionados fueron organizados en categorías según su relevancia para el objetivo de la investigación.

Resultados y discusión

Un problema importante en la aplicación del conocimiento de las neurociencias a la educación y el aprendizaje, se refiere a los llamados «neuromitos». Los cuales son conceptos erróneos sobre la función cerebral que resultan de malentendidos, lecturas o citas erróneas de hechos científicamente establecidos de investigaciones sobre el funcionamiento del cerebro para justificar el uso de estos estudios sobre el cerebro en la educación y otros contextos (Macdonald, et al., 2017).

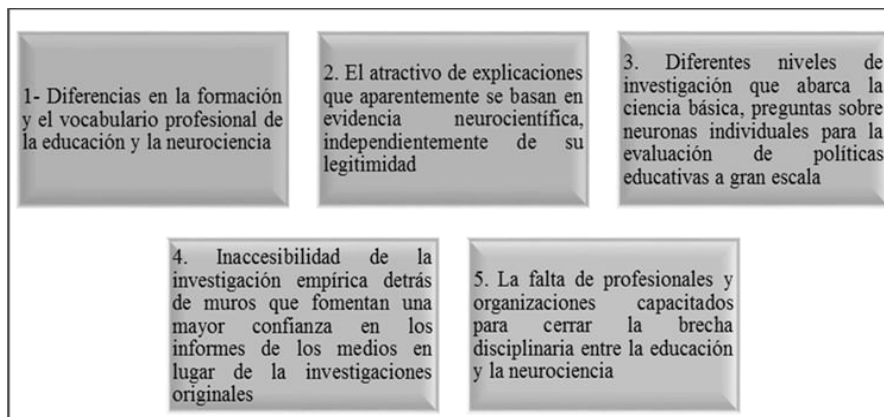
El creciente interés en las bases neuronales de la función cognitiva, ha conllevado en un intento de realizar aplicaciones directas de los avances de las neurociencias en la práctica educativa, lo que ha traído posturas como Brain Based Education, que es la educación basada en el cerebro, esto a su vez, “ha generado mitos y errores de concepción entorno a la investigación científica sobre mente y cerebro” (Codina, 2014, p.76).

Los neuromitos y el aprendizaje

En el año 2002, el proyecto Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) sobre cerebro y aprendizaje, tomó en consideración las advertencias del neurocirujano Alan Crockard, de cómo ideas sobre el cerebro y su función, que carecían de comprobación científica se estaban incorporando en la cultura médica. Diversos estudios también han demostrado una destaca prevalencia de neuromitos entre los docentes, a tal punto que se han definido factores (Ver Figura 5), (Ver Tabla 1) que han hecho posible la proliferación de estas interpretaciones.

Figura 5

Factores principales que proliferan a los neuromitos



Nota: Adaptado por las autoras (2024), a partir de (Macdonald, et al., 2017)

Ante esta situación la OECD centró su atención en reconocer estos errores, definiéndolos como «neuromitos», haciendo alusión como el “concepto erróneo generado por un malentendido, una mala interpretación o una mala citación de los hechos científicamente establecidos (por la investigación del cerebro) para argumentar a favor del uso de la investigación cerebral en educación y en otros contextos” (Codina, 2014, p.76).

Tabla 1
Neuromitos y su explicación desde la neurociencia

NEUROMITO	EXPLICACIÓN DESDE LA NEUROCIENCIA
<i>Los seres humanos solo utilizan el 10% de sus cerebros</i>	Es imposible medir la capacidad del cerebro. En primer lugar, porque la cantidad de energía que necesita el cerebro para llevar a cabo una tarea concreta, como tocar un instrumento, cambia con el aprendizaje y la práctica. Si durante una tarea concreta, se ve mediante técnicas de neuroimagen que solo está activo el 10% del cerebro, seguramente significará que están activas el 100% de las áreas necesarias para llevar a cabo dicha tarea.
<i>El cerebro tiene una capacidad ilimitada</i>	Es imposible porque como un órgano físico que es, tiene una capacidad finita. Por ejemplo, la imaginación puede ser ilimitada, pero no la capacidad para aprender. Es importante considerar los factores genéticos, socioculturales, económicos, experiencias pasada.
<i>Se puede mejorar la memoria</i>	La memoria no tiene una capacidad infinita, puesto que la información se almacena en redes neuronales y, si bien el número de redes neuronales que posee un cerebro es enorme, no es infinito. Los buenos hábitos de estudio, ejercicio físico, descanso y la dieta influyen. Pero a partir de ahí, no se puede comercializar con la idea que defiende que la memoria tiene una capacidad infinita de almacenamiento y que solo es necesario saber cómo acceder a esa capacidad de memorización ilimitada.
<i>Existen diferencias cerebrales según la raza</i>	No existe estudios que demuestren científicamente que hay diferencias en los cerebros según las razas, y que estas diferencias causen que sean más o menos inteligentes. Este mito nace con la frenología, cuando se pensaba que la inteligencia de una persona o su personalidad podía ser determinada por la observación de las características físicas y externas de la cabeza.
<i>Existen diferencias entre el cerebro masculino y el cerebro femenino</i>	Hay diferencias funcionales y morfológicas entre el cerebro masculino y el femenino, pero es muy difícil interpretar el significado de estas diferencias. Se ha comercializado la idea de que el cerebro masculino y el femenino piensan diferente, cuando se habla de cerebro masculino y cerebro femenino, realmente se está haciendo referencia a maneras de ser descritas en términos cognitivos más bien que a cualquier realidad biológica.
<i>La teoría de las inteligencias múltiples (MI):</i>	Aunque esta teoría tiene valor pedagógico, no se puede afirmar que tenga fundamentos neurocientíficos.

Nota: Adaptado por las autoras (2024), a partir de (Codina, 2014).

Existen muchos más neuromitos, en esta tabla solo se destacan algunos de los más comunes, el peligro de los neuromitos es que se aplican inadecuadamente en el aula, lo que conduce a una enseñanza y un aprendizaje menos efectivos. Por lo tanto, los profesionales de la educación deben ser conscientes de la posibilidad de que sus creencias sobre la neurociencia puedan afectar negativamente su enseñanza.

El mayor problema de estos neuromitos son las falsas expectativas, disfrazadas de afirmaciones y enlaces científicos, donde se dan falsas interpretaciones a los docentes que, con mala formación en neurociencia, solo buscan mejorar en su profesión. En este sentido investigadores mantienen una postura controversial, unos opinan que existe una distancia muy lejana entre neurociencia y educación (Egan y Bruer, 2019), otros opinan que la neurociencia si puede hacer importantes contribuciones al área educativa (Fischer y Heikinner, 2017), pero gradualmente y respetando los límites de ambas disciplinas (Codina, 2014).

Un claro ejemplo de un neuromito que ha persistido incluyendo los descritos en la Tabla 1, es el que establece que a las personas se les debe enseñar según su estilo de aprendizaje preferido, ya sea visual, auditivo o kinestésico. Sin embargo, se han publicado numerosos artículos de investigación en la última década, indicando repetidamente que los estilos de aprendizaje no existen (Macdonald, et al., 2017). Creer en este mito puede ser perjudicial para el estudiante y para el docente, ya que los estilos de aprendizaje preferidos no siempre se alinean mejor con los objetivos de aprendizaje y dificultan el desarrollo de experiencias con otras estrategias de aprendizaje.

Además de las causas neurológicas, también hay que tener en cuenta el poder de la creencia que los descubrimientos neurocientíficos pueden tener sobre la opinión pública. Los neurocientíficos y los expertos en educación nos han advertido sobre el atractivo de las explicaciones neurocientíficas, lo que puede influir en las opiniones de las personas sobre cuestiones políticas, legales o educativas o animarlas a comprar algo que no necesitan. Hay casos en los que las personas son particularmente susceptibles a emitir juicios sobre predicciones sesgadas cuando se enfrentan a evidencia neurocientífica (Chojak, 2019).

En el lado positivo, el hecho es que la creencia en neuromitos prevalece entre los docentes. apoya la idea de que el conocimiento del cerebro está involucrado en el aprendizaje y la enseñanza. Curiosamente, se han encontrado pruebas sólidas de que la tasa de creencia en los neuromitos es alta entre los profesionales de la educación. Esto se puede tomar como un indicativo de que es

difícil para los educadores encontrar conocimiento neurocientífico válido en la web y en su literatura profesional. Esto enfatiza la idea de que una base de conocimiento válida y confiable de la neurociencia es esencial, porque su comprensión permitirá a los educadores evitar usar o promover conceptos erróneos sobre el cerebro y para enfatizar en una aplicación de estrategias educativas con validez científica dentro de las neurociencias (Macdonald, et al., 2017).

Implicaciones y aplicaciones psicopedagógicas de la neurociencia

La educación se encuentra en una búsqueda constante para mejorar los procesos de aprendizaje, y la neurociencia trae como aporte la comprensión del sistema nervioso, así como el funcionamiento y desarrollo de los procesos cerebrales. Tal como expresa el Informe de la Royal Society del Reino Unido (2011) “Este terreno común sugiere un futuro en el que la práctica educativa puede ser transformada por la ciencia, al igual que la práctica médica fue transformada por la ciencia hace aproximadamente un siglo”.

Es así como, los avances recientes en los métodos neurocientíficos han llevado a una mayor comprensión de los mecanismos neuronales que subyacen a la cognición y el comportamiento. A su vez, esto ha provocado un creciente interés en la relevancia de la neurociencia para la educación, la comunicación y la colaboración son principios clave de la neurociencia educativa. Además de reunir a investigadores de múltiples disciplinas, los docentes también son una parte clave de la conversación.

Las discusiones entre educadores e investigadores conducen a investigaciones científicas que abordan a la neurociencia hacia predicciones específicas sobre lo que podría funcionar en la educación, los docentes pueden brindar perspectivas importantes sobre la viabilidad de estas ideas y cómo podrían implementarse en las instituciones educativas.

Proporcionar nuevas estrategias pedagógicas e información extraída de la investigación científica permitirá a los docentes elegir el método más apropiado para un escenario determinado en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y la neurociencia puede brindar un aporte significativo de aplicabilidad en la psicopedagogía, desde sus propios hallazgos (Brookman y Thomas, 2018).

Sin embargo, para que la nueva información sobre el cerebro y el aprendizaje influya en el diseño de entornos de aprendizaje, los docentes y los actores e instituciones involucradas en la política y el diseño educativos deben conocer los principios más recientes sobre el cerebro y el aprendizaje. Asimismo, los neurocientíficos deben investigar fenómenos que sean relevantes para el aprendizaje y el desarrollo en el mundo real (Immordino y Fischer, 2015).

También es importante considerar que, en los últimos años, tal como se ha explicado en apartados anteriores, se han producido múltiples interpretaciones sobre el funcionamiento del cerebro mal aplicadas (neuromitos). La comunidad científica está de acuerdo en que gran parte de lo que se ha llamado educación basada en el cerebro descansa sobre terreno muy inestable (Immordino y Fischer, 2015).

Hay una proliferación de textos escritos, pero sin un enfoque científico sobre la aplicación de la neurociencia al aprendizaje, y aunque algunos de estos documentos pueden presentar interpretaciones útiles de la neurociencia para los educadores, muchos de ellos adolecen de una falta de comprensión básica sobre el significado y las limitaciones de la investigación en neurociencia sobre el aprendizaje y los procesos relacionados (Immordino, 2017). Estas implicaciones son importantes reconocerlas, en vista que la pedagogía basada en la neuroeducación o la influencia de la neurociencia en la educación, se sustenta en principios derivados de resultados relevantes de la investigación científica sobre el cerebro.

Conclusiones

Se han presentado argumentos a priori en contra de la relevancia de la neurociencia para la educación, así como críticas al funcionamiento práctico actual del campo y dudas sobre la viabilidad de los métodos neurocientíficos para el diagnóstico de trastornos o la predicción de diferencias individuales (Tomas, et al., 2018).

En ciertos aspectos, estas críticas y dudas son comprensibles, incluso (Jolles y Jolles, 2018) afirman que “no es posible traducir los conocimientos de la neurociencia directamente en didáctica e intervenciones educativas innovadoras. Sin embargo, además de la prescripción sobre la enseñanza, existe un conocimiento conceptual sobre la interacción entre mente, cerebro y educación” (p.03).

En ese sentido, es importante que las diversas disciplinas y participantes promuevan un respeto mutuo por el conocimiento, las ideas y los métodos de otras disciplinas, reconociendo las diferencias y buscando puntos de encuentro, desde un enfoque multidimensional y multidisciplinar de innovación educativa.

Aun cuando quedan puntos por esclarecer, la neuroeducación se perfila como una oportunidad de seguir avanzando en estrategias que aseguren un aprendizaje óptimo, aliado con la biología y la forma en que el cerebro humano funciona y se desarrolla. Este conocimiento no ha estado alejado

de los docentes, ni de las instituciones educativas, pero actualmente con los avances de las neurociencias se pueden conocer a profundidad y aclarar aspectos relevantes para la educación.

Referencias

1. American Psychological Association. (2020). Neuroeducación. <https://dictionary.apa.org/neuroeducation>
2. Beltrán, J. (1993). Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje. España: Síntesis.
3. Blanco, I. (2019). Mente y aprendizaje. Neuropsicología aplicada a la educación. España: Editorial Morsan Internacional, S.A. <https://es.scribd.com/read/448941890/Mente-y-aprendizaje-Neuropsicologia-aplicada-a-la-educacion#>
4. Centre for Educational Neuroscience. (2021). <http://www.educationalneuroscience.org.uk/about-us/what-is-educational-neuroscience/>
5. Centro Europeo de Postgrado del Perú. (2017). CEUPE - Perú. Neuropedagogía y sus principios básicos: <https://www.ceupe.pe/blog/neuropedagogia.html#:~:text=La%20neuropedagog%C3%ADa%20es%20una%20neurociencia,educativo%2C%20teniendo%20en%20cuenta%20la>
6. Chojak, M. (2019). Neuropedagogy as a scientific discipline: interdisciplinary description of the theoretical basis for the development of a research field. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/331231903_Neuropedagogy_as_a_scientific_discipline_interdisciplinary_description_of_the_theoretical_basis_for_the_development_of_a_research_field
7. Codina, M. (2014). Neuroeducación en virtudes cordiales. Una propuesta a partir de la neuroeducación y la ética discursiva cordial. España: Universitat de Valencia. <https://core.ac.uk/download/pdf/71025424.pdf>
8. Diccionario Merriam Webster. (2021). Merriam Webster. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/neuroscience>
9. Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development. (2019). Why should scientists study neuroscience? <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/neuro/conditioninfo/study#:~:text=In%20addition%20to%20examining%20the,and%20how%20well%20it%20functions.>

10. García, M. (2020). La Neurociencia en la Educación. Revista Académica CUNZAC, 3(1).
<https://revistacunzac.com/index.php/revista/article/view/16>
11. Hernández, R., y Mendoza, P. (2018). Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativas y mixta. México: McGrawHill Education.
12. Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, L. (2014). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
13. Immordino, M. (2017). Neurociencias y Educación. Emociones, aprendizaje y el cerebro. Explorando las implicaciones de la neurociencia afectiva en Educación. Argentina: AIQUE Education.
http://www.aique.com.ar/sites/default/files/indices/emociones_aprendizaje_y_el_cerebro.pdf
14. Johns Hopkins Medicine. (2019). Anatomía del cerebro y cómo funciona el cerebro.
<https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/anatomy-of-the-brain>
15. Lucio, R. (2020). La Neuroeducación, un nuevo paradigma educativo. Seminario Certificación: <https://www.seminariumcertificacion.com/la-neuroeducacion-un-nuevo-paradigma-educativo/>
16. Meneses, N. (2019). Neuroeducación. Sólo se puede aprender aquello que se ama, de Francisco Mora Teruel. Perfiles educativos, 4(165).
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982019000300210
17. Mora, F. (2013). Neuroeducación. Madrid: Casa del libro.
18. Naegele, S. (25 de enero de 2015). The Fundamentals of Neuropedagogy.
<https://brainblogger.com/2015/01/25/the-fundamentals-of-neuropedagogy/>
19. Saavedra, M. (2001). Aprendizaje basado en el cerebro. Revista de Psicología, 141-150.
<https://www.redalyc.org/pdf/264/26410111.pdf>
20. Sousa, D. (2015). Neurociencia educativa. Mente, cerebro y educación. España: Narcea, S.A. de Ediciones.
21. Uriarte, J. (13 de agosto de 2019). Cerebro. <https://www.caracteristicas.co/cerebro/>