



Impacto de la Neurociencia Cognitiva en los Aprendizajes

Impact of Cognitive Neuroscience on Learning

Impacto da Neurociência Cognitiva na Aprendizagem

Noe Sánchez-Heredia ^I

nosanher@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1734-3240>

Gladys Martha Álvarez-Medina ^{II}

maestramartha1@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9688-6835>

Correspondencia: nosanher@gmail.com

Ciencias de la Educación
Artículo de Revisión

* **Recibido:** 25 de abril de 2022 * **Aceptado:** 20 de mayo de 2022 * **Publicado:** 29 de Junio de 2022

- I. Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.
- II. Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

Resumen

La Neurociencia Cognitiva, cada vez más es aceptada en el campo educativo por el impacto que genera en los aprendizajes, está abriendo nuevas rutas en esta dimensión, muchos descubrimientos como la plasticidad cerebral, las emociones, la actividad física y sobre todo la funcionalidad de las distintas partes del cerebro, ha tenido importancia, tanto en las políticas educativas como su aplicación en el aula, mediante estrategias y actividades, con el único propósito, de mejorar la práctica docente y los aprendizajes. El artículo de revisión bibliográfica empieza con una interrogante: ¿Qué investigaciones se han realizado sobre la Neurociencia Cognitiva y su impacto en la mejora de los aprendizajes?

El objetivo principal es analizar el impacto de la Neurociencia Cognitiva en los aprendizajes. Es preciso aclarar que la ciencia del cerebro no ha venido a suplantar los métodos y estrategias que los docentes vienen desarrollando, sino, a complementarla. Para el análisis del tema se usó la búsqueda de información de documentos científicos en bases de datos indexadas como: Scopus, Scielo, Redalyc y Google Académico. Se realizó el acopio de información con la técnica del fichaje, identificándose el tema principal, las ideas de los párrafos del material revisado. De esta manera, se pretende dejar en claro, el fundamento teórico de la neurociencia, la forma de cómo aprende el cerebro, su estructura y funcionalidad. Finalmente se llegó a resultados prometedores con propuestas que complementen la labor docente.

Palabras clave: Cerebro; Aprendizaje y Neurociencia cognitiva.

Abstract

Cognitive Neuroscience is increasingly accepted in the educational field due to the impact it generates on learning, it is opening new routes in this dimension, many discoveries such as brain plasticity, emotions, physical activity and especially the functionality of the different parts of the brain, has been important, both in educational policies and their application in the classroom, through strategies and activities, with the sole purpose of improving teaching practice and learning. The bibliographic review article begins with a question: What research has been carried out on Cognitive Neuroscience and its impact on improving learning?

The main objective is to analyze the impact of Cognitive Neuroscience on learning. It is necessary to clarify that brain science has not come to supplant the methods and strategies that teachers have been developing, but rather to complement it. For the analysis of the subject, the search for

information from scientific documents in indexed databases such as: Scopus, Scielo, Redalyc and Google Academic was used. The gathering of information was carried out with the technique of signing, identifying the main topic, the ideas of the paragraphs of the revised material. In this way, it is intended to make clear the theoretical foundation of neuroscience, the way the brain learns, its structure and functionality. Finally, promising results were reached with proposals that complement the teaching work.

Keywords: Cognition; Brain and Cognitive Neuroscience.

Resumo

A Neurociência Cognitiva, cada vez mais aceita no campo educacional pelo impacto que gera na aprendizagem, está abrindo novos caminhos nesta dimensão, muitas descobertas como plasticidade cerebral, emoções, atividade física e principalmente a funcionalidade das diferentes partes do cérebro, tem sido importante, tanto nas políticas educacionais quanto na sua aplicação em sala de aula, por meio de estratégias e atividades, com o único propósito de melhorar a prática docente e a aprendizagem. O artigo de revisão bibliográfica inicia-se com uma pergunta: Que pesquisas têm sido realizadas sobre a Neurociência Cognitiva e seu impacto na melhoria da aprendizagem?

O objetivo principal é analisar o impacto da Neurociência Cognitiva na aprendizagem. É necessário esclarecer que a ciência do cérebro não veio para suplantiar os métodos e estratégias que os professores vêm desenvolvendo, mas para complementá-la. Para a análise do tema, utilizou-se a busca de informações de documentos científicos em bases de dados indexadas como: Scopus, Scielo, Redalyc e Google Acadêmico. A coleta de informações foi realizada com a técnica de sinalização, identificando o tema principal, as ideias dos parágrafos do material revisado. Desta forma, pretende-se esclarecer a fundamentação teórica da neurociência, a forma como o cérebro aprende, a sua estrutura e funcionalidade. Por fim, resultados promissores foram alcançados com propostas que complementam o trabalho docente.

Palavras-chave: Cérebro; Aprendizagem e Neurociência Cognitiva.

Introducción

Los aprendizajes como proceso en los diferentes niveles educativos, ha sido un tema relevante y de preocupación por parte de los diferentes actores educativos. Si se hace un poco de historia, se ve que muchas disciplinas como: la filosofía, la antropología, la pedagogía, la didáctica y sobre todo la psicología han dotado de muchas herramientas que transformadas en estrategias mejoran la práctica docente y por consiguiente los aprendizajes de los estudiantes.

En la actualidad, la tecnología, la información y el conocimiento, crecen vertiginosamente a gran escala, lo que dábamos por cierto hace 10 años, ahora está desfazado. Se observa, que los docentes, apenas están comprendiendo los enfoques implementados en los currículos como política nacional, los métodos como abordarlo, y, sobre todo las teorías que la sustentan; sin embargo, surgen ahora nuevos modelos, como el enfoque crítico reflexivo, el pensamiento crítico, el pensamiento complejo, la teoría de la conectividad de Siemens entre otras muchas teorías que aún faltan explorar.

En el ámbito internacional, lo que está en boga es el enfoque por competencias, desde las ideas de Jacques Delors, con sus cuatro pilares fundamentales de la educación: el cómo el aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir juntos, marcó un hito en la educación basada en las competencias. Mas adelante otros autores como Sergio Tobón, le agrega a las competencias los valores, eficacia y efectividad; es decir, el nuevo perfil del ciudadano, aparte de ser competente debe cumplir con los objetivos en los tiempos previstos y tener internalizado los valores y la moral.

A lo largo de más de dos décadas con la teoría de las competencias, los currículos nacionales se han ido renovando y actualizando de acuerdo a las nuevas teorías y paradigmas que lo sustentan, tal es así, que Zavala y Arnau (2013) le agrega a los cuatro pilares de Delors y la eficacia de Tobón; la parte ética, la cual se desdobra en los valores y actitudes. Indica, además, que, para el desarrollo de las competencias, es fundamental partir de los intereses, del entorno y del territorio de los estudiantes; precisando que las teorías que sustentan el enfoque por competencias es el cognitivismo, el constructivismo, aprendizaje social y el pensamiento crítico reflexivo.

Ante esta gran cantidad de información traducidas a teorías, enfoques, modelos y estrategias, surge una luz al final del túnel, la Neurociencia Cognitiva, como un nuevo paradigma de la enseñanza aprendizaje, pareciera que ésta, podría englobar y unificar a todos esos modelos que hasta el

momento no se comprendían, es por eso que se hace la siguiente pregunta: ¿Qué investigaciones se han realizado sobre la Neurociencia Cognitiva y su impacto en los aprendizajes?

El presente artículo tiene como objetivo principal, analizar el impacto de la Neurociencia Cognitiva en los aprendizajes. Se considera los diferentes estudios y hallazgos científicos, para vislumbrar los procesos de aprendizaje, relacionados al campo de la Educación. La redacción de este artículo ha tomado en cuenta la revisión bibliográfica y documental específicamente centrado en el tema, se ha considerado también las publicaciones de revistas indexadas, libros digitales, enciclopedias digitales entre otros. Por tanto, el objeto de estudio es la Neurociencia Cognitiva, realizándose un análisis teórico exhaustivo que considere los diferentes aportes e impacto a los aprendizajes y a la educación, como es la neuro plasticidad, las emociones, la actividad física o movimiento y la interacción de los estudiantes en los contextos sociales.

La Neurociencia cognitiva

La Neurociencia, se entiende como la neurofisiología del cerebro, desde sus primeros estadios hasta su maduración. En este momento se encuentra en auge, miles de estudios tanto en animales como en humanos así lo demuestran. Se han hecho demostraciones mediante la técnica “resonancia magnética funcional”, fotografiando el cerebro (neuroimagen), donde el campo magnético fuerte impacta sobre el tejido cerebral, esto permite deducir el movimiento de distintas redes neuronales cuando el individuo experimenta y ejecuta distintas tareas cognitivas o conductuales (Venturelli & Branca, 2016). Experimentos en animales como los roedores, previamente inoculados con un gen fosforescente de la medusa de mar, se ha logrado visualizar mediante cámaras de alta resolución el movimiento, crecimiento y aproximación de las neuronas entre sí; es por eso, queda comprobado, cuando las células nerviosas se unen mediante sinapsis; se producen los aprendizajes.

Cuando el individuo aprende, se genera el crecimiento de las dendritas del núcleo de la neurona; éstas, se aproximan a las ramificaciones del axón de otra célula nerviosa, produciéndose la sinapsis. Cada neurona se conecta en promedio, entre diez mil a veinte mil a su alrededor. Con estos experimentos ha quedado demostrado que las redes neuronales o estructuras mentales representan los aprendizajes que pueden ser volátiles o duraderos, dependiendo de la significancia de los hechos.

Las conexiones de las dendritas, se producen para intercambiar información con influencia de los neurotransmisores como la dopamina, adrenalina, serotonina, entre otros, siendo el elemento

esencial para el crecimiento de las terminaciones nerviosas, la “irisina”, que es, una proteína de alta pureza que viaja de los músculos por el torrente sanguíneo al cerebro. Todos estos elementos principalmente, los neurotransmisores son esenciales para el aprendizaje, tiene su origen en una de las partes del cerebro triuno de MacLean, el sistema límbico, que está formado por el hipotálamo, hipocampo y la amígdala cerebral. La amígdala es la responsable de producir los neurotransmisores, gracias a las emociones y motivaciones, los estados dopamínicos generan emociones positivas como la alegría, buen ánimo y la receptibilidad para el saber.

Es prematuro precisar que la neurociencia será el remedio de la enseñanza aprendizaje que los maestros estaban esperando; pero sí, a la luz de los descubrimientos y estudios muy serios comprobados por los neurocientíficos, se está confirmando las diversas teorías tradicionales, contemporáneas y actuales; es decir, desde Sócrates, Platón y Aristóteles, pasando por Pavlov, Skinner, Bandura, Piaget, Vygotsky, Ausubel y Maslow hasta Delors, Tobón, Morín, Sabala y Arnau, entre otros muchos personajes teóricos de la educación. La ciencia del cerebro mediante la teoría de la Neuro plasticidad englobaría a todos estos modelos, creando uno, unificado, como el nuevo paradigma de la enseñanza aprendizaje; la Neurociencia cognitiva.

Las investigaciones de muchos neurocientíficos han contribuido a descubrir la forma en que aprende el cerebro, sus funciones y la parte fisiológica desde diferentes puntos de vista; es por eso, que los docentes retoman para establecer modelos pedagógicos para el proceso enseñanza aprendizaje (Calzadilla & Álvarez, 2017). Esto concuerda con lo investigado por Tacca et al., (2019) donde afirma que: para una apropiada praxis docente, se debe saber el funcionamiento bioquímico del cerebro, la forma cómo aprende, la distribución de las células nerviosas y los componentes químicos responsables de la construcción de los aprendizajes en las redes neuronales. La Neurociencia Cognitiva, como sostiene Irisarri & Villegas-Paredes (2021) describe el pensamiento, el lenguaje, resolución de problemas y las estructuras mentales compuestas por redes neuronales, éstas se conectan por medio de aproximaciones sinápticas para producirse el aprendizaje y almacenamiento de información en memoria de largo plazo. Se indica que la Neurociencia llevada al aula de clase, sirve como complemento a la didáctica y pedagogía, indicando que no la desplazan ni la sustituyen. Lo anterior concuerda con lo dicho por Doardi (2018), se debe entender e interpretar el “cómo” y en el “por qué” el educador debe implementarla en el aula; sin embargo, es importante mencionar a la Psicología Cognitiva, para una mejor interpretación entre neurociencia y aprendizaje.

Los docentes deben entender las necesidades biológicas, cognitivas y socioemocionales de los aprendices, por ejemplo, para que las neuronas se conecten mediante sinapsis, se necesita saber cuáles son los elementos esenciales que hacen posible la formación de las estructuras cognitivas. Conociendo estos elementos, nos lleva a implementar un conjunto de estrategias y actividades que hagan posible los aprendizajes, esto permite la aparición de nuevas disciplinas como la neuroeducación y neurodidáctica. Según lo que indica Irisarri & Villegas-Paredes (2021) el aprendizaje depende de muchos factores: la experimentación, lo que conlleva al estudiante al movimiento y la acción, esto se consigue con el ejercicio físico moderado; manipulación, actividad concreta que favorece la atención; el otro factor del aprendizaje es la planificación de la motivación, la cual se produce mediante las emociones, el buen humor, la diversión, la seguridad y empatía.

La Neurociencia Cognitiva, se encarga de los procesos mentales; es decir, de la macro estructura cerebral, formadas por redes neuronales que se comunican entre ellas, donde se recibe, procesa y se almacena la información como nuevos conocimientos, éstos son básicos y complejos: los básicos, se componen de la percepción, atención y memoria; los conocimientos superiores, lo componen el lenguaje, el pensamiento, la toma de decisiones y resolución de problemas. Según Pherez et al. (2018), la Neurociencia, se encarga de los procesos de aprendizaje que involucra todo el cuerpo. El cerebro, capta todos los estímulos sensoriales, los procesa y tiene como salida un nuevo registro en la memoria llamado aprendizaje.

Se sabe que por la teoría de los tres cerebros propuestos por Mac Lean: el reptiliano, el límbico y neocórtex. El cerebro reptiliano, compuesto por el tronco y el cerebelo, se encarga de las funciones básicas como las automáticas, control de los músculos y el equilibrio. Al cerebro medio o límbico lo conforman el hipocampo y la amígdala, este sistema se encarga de procesar las emociones, el aprendizaje y la memoria de trabajo o de corto plazo. El neocórtex, es el lugar de las capacidades de orden superior como el razonamiento, el análisis, la creatividad y toma de decisiones; esto conlleva a mencionar la memoria de largo plazo, que son las estructuras mentales compuestas de neuronas.

El cerebro humano está compuesto por una memoria duradera, donde el conocimiento permanece almacenado en los mapas mentales compuestas por neuronas; pero, la memoria de trabajo, o volátil, el conocimiento dura unos pocos segundos (Canosa & Collado, 2019; Pereira Damasceno 2020). Por medio la Neurociencia, se conoce que el cerebro es maleable, se modifica así mismo, por medio de la plasticidad neural. Es momento, de ver la contribución de la neurociencia educacional,

enriquecer con ideas para promoverlo en los contextos educativos de aprendizaje. El conocer las variables de memoria, aprendizaje, períodos críticos de aprendizaje, el impacto plasticidad cerebral, las emociones, actividad física e interacción social llevará a proponer políticas educativas de los gobiernos.

El impacto de la plasticidad cerebral en los aprendizajes

Si bien es cierto, que la ciencia del cerebro está en desarrollo y en auge, ya se vislumbran avances importantes con respecto a los aprendizajes del individuo. Un aspecto importante para adquirir y producir conocimiento, es la neuroplasticidad descubierta por la científica inglesa Rita Levy. Los miles de millones de neuronas cerebrales tienen la capacidad de desconectarse y volver a conectarse con las otras neuronas a su alrededor; es decir, el cerebro tiene la capacidad para cambiar, remodelarse y reorganizarse, esto se manifiesta en las redes neuronales de todo el cerebro (Reverter-Bañón & Medina-Vicent, 2018). Esto permite actualizar frecuentemente los conocimientos y saberes en la memoria de largo plazo, vital para el pensamiento crítico.

Según los aportes de Araya-Pizarro & Espinosa Pastén (2020) también afirman que la plasticidad cerebral, permite que las estructuras neuronales se vuelvan sensibles con la capacidad de volver a conectarse con otras a su alrededor, esto tiene relación con los conocimientos previos del individuo. La recuperación de los saberes, al aplicar estrategias y actividades motivantes, hace que las neuronas se vuelven plásticas; es decir, tienen la capacidad de desconectarse y hacer nuevas sinapsis, formando nuevas estructuras neuronales, que representan la producción de un nuevo saber. Para que se consolide el aprendizaje, es necesario que la información pase a memoria de largo plazo mediante repeticiones en distintos contextos significativos, y, sobre todo; descanso y buen sueño (Jiménez & López, 2019).

Según Lipina (2016) nos menciona de cómo trabaja el cerebro, su estructura y las funciones específicas de las redes neuronales. Una de las evidencias encontradas es la plasticidad del cerebro, con la capacidad de modificarse así mismo, experimentando cambios funcionales, estructurales y morfológicos ante estímulos del entorno. Los cambios funcionales implican, la reestructuración de las células nerviosas, una estructura preexistente (conocimiento previo) se asocia con otra (nuevo saber); sin embargo, las funciones estructurales y morfológicas, es cuando existen cambios múltiples en las estructuras neuronales, crecen muchas espinas dendríticas las cuáles de conecta

mediante sinapsis, esto facilita el aprendizaje y memoria a largo plazo (Sibaja-Molina et al. 2016; Silva, 2018).

Según las investigaciones de Letelier (2020) aseveran que la memoria y los recuerdos son dos elementos fundamentales para el proceso de aprendizaje. Esto se relaciona con el conflicto cognitivo de Jean Piaget; es decir, en el cerebro del sujeto mediante las neuro imágenes se observa que se activan diversas partes de sus estructuras neuronales, cuando el individuo es sometido a interrogantes y reflexión. Estas improntas mentales no son más que la memoria de largo plazo donde se almacenan los aprendizajes y los conocimientos. Es allí, donde se produce los recuerdos y se evoca de manera consciente. Cuando las estructuras neuronales se activan mediante estrategias significativas, éstas se vuelven plásticas, se desprenden de unas para volver a acoplarse con otras; produciéndose el nuevo saber.

Si bien es cierto, que, la plasticidad cerebral, es un potencial para generar nuevos aprendizajes a partir de las estructuras neuronales preexistentes, se debe tener cuidado con sus enemigos que son: el trabajo excesivo, el poco sueño y sobre todo el stress. Estos inhibidores de los aprendizajes y de la neuroplasticidad son los responsables bloqueadores de la formación de nuevas redes neuronales. El stress, es el causante de la presencia del cortisol en el cuerpo, es producido en las glándulas suprarrenales de los riñones, pasa al sistema circulatorio, llega al cerebro y se convierte en el principal bloqueador de la sinapsis neuronal. Este elemento inhibidor del aprendizaje, impide el crecimiento de más espinas dendríticas; incluso, produce la muerte neuronal. También se han hecho investigaciones del efecto que produce la contaminación del aire por el ozono, lo que produce el llamado stress oxidativo que perturba la cognición y los desempeños conductuales del individuo. Los estudios han concluido que el stress oxidativo causa deterioros de la memoria de corto y largo plazo, lo cual se evidencia, en la disminución de las capacidades de reparación cerebral Bello-Medina et al. (2019).

Las emociones y su impacto en el aprendizaje

Las emociones son inseparables de los aprendizajes, ya que proveen a las estructuras neuronales de un conjunto de neurotransmisores, que sirven de combustible y estimuladores del paso de la información. El cambio cognitivo en las redes neuronales, también genera la modificación de emociones tanto las positivas como las negativas, regula, por ejemplo, el miedo, la ira, la risa, etc., ante determinados episodios. La modulación de las emociones, influyen significativamente en los

componentes experienciales, la conducta, experiencias y la parte fisiológica. Las estrategias que se utilizan son las de relajación, hacer una respiración profunda y el ejercicio físico (Wajnerman, 2019).

Según Castro et al. (2020) afirma que la música produce diversos efectos emocionales, uno de ellos es, estimulando una parte del cerebro que es el sistema límbico; específicamente la amígdala. Es la que se encarga de regular los procesos emocionales, al ser estimulada por melodías que gustan al individuo, segrega una hormona o droga llamada dopamina. Esta sustancia es un neurotransmisor que se encarga de activar el sistema neuronal para el paso confiable de la información; es decir, la evocación y recuerdo es más rápido. Por tanto, la música influye en los aprendizajes contribuyendo al bienestar físico y mental controlando las emociones y conducta. La música promueve la plasticidad cerebral, el desarrollo cognitivo y de conductas: incluye las conductas básicas, estructurales, funciones cerebrales y procesos neuronales que aumenta el rendimiento cognitivo; concluye, que los seres humanos cuando venimos a este mundo, se está predispuesto a la música y a los sonidos melódicos ya sea para escucharlo o aprenderla (Benítez et al., 2021).

La motivación externa e intrínseca del sujeto juega un papel importante en la adquisición de conocimientos, es valioso que el docente plantee actividades lúdicas que despierten emoción al momento de desarrollar las actividades de clase. Las acciones lúdicas permiten en el estudiante la segregación no sólo de la hormona dopamina, sino también la acetilcolina, producido en el sistema límbico, específicamente en la amígdala cerebral. Estas moléculas hormonales representan los neurotransmisores responsables de lubricar los circuitos neuronales para el paso de la información mediante señales eléctricas, evocando, recordando los episodios almacenados previamente en esas estructuras mentales (Martínez & Bertone, 2019; Mazzoglio Y Nabar et al., 2020)

Todas las tareas o actividades significativas que despiertan curiosidad y emoción, producen aprendizajes y se guardan en una memoria permanente, las cuales se encuentran en el hipocampo y en el sistema neocórtex; puesto que, el nuevo conocimiento se acomoda y forman nuevas estructuras neuronales gracias a la neuro plasticidad. Lo expresado concuerda con Méndez (2020) donde indica que el sujeto que aprende, tiene una memoria de largo plazo y una memoria de trabajo o volátil, todo lo que le gusta al estudiante se guarda, mientras lo que no es significativo el cerebro lo rechaza. Es por eso, que, estimular el sistema límbico produce las emociones positivas que incita a los neurotransmisores para generar la plasticidad cerebral y producir nuevos aprendizajes. Es el

momento de aprovechar estrategias y actividades que recojan los saberes previos y el pensamiento crítico.

Tomando en cuenta las propuestas en Pherez et al. (2018) se debe incluir en las aulas un clima emocional positivo proponiendo actividades que generen el regocijo, felicidad, admiración y satisfacción entre otras. Las emociones positivas, activan al cerebro límbico, donde la amígdala es estimulada para producir dos neurotransmisores como: la dopamina y acetilcolina, responsables del intercambio de información entre las neuronas, esto facilita considerablemente los aprendizajes y la memoria de largo plazo.

Los neurotransmisores producen en el aprendiz la motivación, la autoconfianza y sube la autoestima para continuar con actividades de aprendizaje significativo; lo dicho concuerda con Mora (2013, cuando se citó en Pherez, 2018) para mejorar los aprendizajes, es muy importante la motivación, la contextualización y un clima afectivo. Ligar las experiencias previas con las emociones, recuperar los saberes previos, su entorno, sus vivencias, su territorio, se aprovecha la plasticidad del cerebro, las neuronas se vuelven maleables listas para conectarse con las ya existentes para producirse el nuevo saber y su registro en la memoria.

Ante las evidencias encontradas por los investigadores consultados, las células nerviosas llamadas neuronas para su funcionamiento y desarrollo necesitan principalmente de los neurotransmisores y la proteína de alta pureza “irisina”. El tema de discusión entre neurociencia y educación, está, en cómo, producir estos principales elementos, muchos de ellos coinciden en afirmar que la dopamina y acetilcolina se obtiene estimulando las emociones positivas, que la adrenalina se consigue con la acción, con el “hacer”; mientras que la serotonina se consigue con el descanso, el sueño; llamada también la hormona de la satisfacción. Las emociones y el sueño son fundamentales para que se consolide las nuevas redes neuronales, los cuales representan los aprendizajes y memoria de largo plazo (Jiménez & López, 2019).

Pero si es inobjetable que la “irisina” se consigue mediante la acción, los ejercicios físicos moderados y estructurado (Peña-Troncoso et al. 2019; Cabrera & Pangola, 2020); por lo tanto, los docentes tendrán que implementar procesos de aprendizaje que incluyan los deportes, el baile o cualquier otra actividad que vincule el movimiento.

El impacto del ejercicio físico y deporte en los aprendizajes

Se ha dicho que llevar una vida sana se debe hacer deporte, ejercicio físico, hacer lo te gusta, alimentación sana, buen sueño y buenas relaciones sociales; alarga la vida. Se cumple el dicho “mente sana en cuerpo sano” que pregonaban hace miles de años los griegos y sigue vigente. Tener una mente y cuerpo saludable significa tener un cerebro fuerte, con estructuras mentales, redes neuronales e improntas saludables. Está comprobado que, si algo le sucede a una parte del cuerpo, es señal que una red neuronal dejó de funcionar; por ejemplo, si a alguien le da un derrame cerebral en el hemisferio derecho, provoca la muerte de millones de neuronas, esto, se refleja en la inmovilidad de las extremidades del lado izquierdo.

Según los estudios hecho por Peña-Troncoso et al. (2019) la Neurociencia ha comprobado que las actividades que generan movimiento moderado, estructurado y sostenible tienen mucha influencia en los aprendizajes, refuerza las conexiones neuronales y la neurogénesis gracias a la neuroplasticidad. A través del ejercicio físico, los músculos del cuerpo producen una proteína de alta pureza llamada "irisina" que pasa al torrente sanguíneo, llega al cerebro como material indispensable para que las neuronas crezcan y aparezcan las espinas dendríticas; es decir, estas proteínas se unen para crear las ramificaciones neuronales. Es por eso, que la práctica del deporte no sólo es importante para producir la isirina, sino que permite a sus integrantes a ser empáticos, disciplinados, trabajo en equipo, constantes y exitosos

Según los hallazgos de Pherez (2018) sostiene que para mejorar los aprendizajes es importante el ejercicio físico moderado, hidratación y una alimentación adecuada, esto origina que, con la ayuda de la neuroplasticidad, produzcan nuevas conexiones con las ya existentes, el cuerpo y cerebro producen aprendizajes de forma integrada; es por eso, la neuroeducación según Bruer (2016) se desprende de la Neurociencia, la cual debe tender puentes entre la educación, pedagogía y didáctica, entendiendo que sirve de complemento para armonizar, potenciar los métodos, técnica y estrategias que el docente mediador ya viene trabajando.

El deporte, el movimiento y ejercicio físico mejora la plasticidad del cerebro, aumentando la capacidad de modificarse así mismo, de desaprender y reaprender por la maleabilidad de las neuronas. También se mencionó la teoría de la neurogénesis, que muchos neurocientíficos coinciden en afirmar, el nacimiento de nuevas células nerviosas, esto ocurre en el cerebro de los mamíferos durante toda su vida (Reverter-Bañón & Medina-Vicent, 2018).

Existen periodos sensibles para un mejor aprendizaje, y, que la actividad física es esencial para la conexión de neuronas, según estudios de neurocientíficos sostiene también que los individuos enriquecidos con ejercicios físicos tienen mejores desempeños en los aprendizajes y memoria de largo plazo, con respecto a los que están en reposo (Sibaja-Molina et al., 2016). Las emociones también tienen un papel importante en los aprendizajes, quien lo toma en cuenta es el neuroaprendizaje, capaz de englobar a la inteligencia emocional, la cual se encuentra en el sistema límbico, tiene la capacidad de interrelacionarse el hipocampo, que es el responsable de la construcción de la memoria y la amígdala es responsable de procesar las emociones.

Interacción social y empatía

El ser humano es social por naturaleza, ya lo decía Aristóteles, desde la antigüedad, muchos años antes de Cristo. Esta dimensión social del hombre, se desarrolla desde que nace a lo largo de toda la vida, con el único propósito de ayuda mutua y protegerse unos a otros. En sociedad, se aprende en el seno familiar, la comunidad y cuando el niño llega a la escuela ya tiene una experiencia y una historia previa; viene con estructuras mentales desarrolladas, a partir de ello por intermedio de la neuroplasticidad, se puede seguir desarrollando nuevas redes neuronales con la ayuda de un mediador que puede ser un docente o una persona con más experiencia de su entorno social.

Recurriendo a la Neurociencia cognitiva, la interacción en un mundo social, permite, que, en los sujetos, activen sus neuronas espejo, es allí, donde aparece la empatía, el aprendizaje por imitación, actitudes y prejuicios, la aceptación o rechazo, la autorregulación social de las conductas y comportamientos del grupo que pueden ser intencionales o no. También se estimula el reconocimiento de uno mismo, la autorreflexión, es decir, la comprensión de sí mismo. El cerebro es un órgano social, se modifica así mismo, se activan las neuronas espejo cuando está en interacción con su entorno, como decía George Simiens el cerebro aprende en red de manera interna y externa: interna, es cuando las neuronas se conectan mediante sinapsis formando redes neuronales y el aprendizaje externo se da cuando se aprende del entorno, de los pares y en equipo. El medio ambiente, la interacción humana y las relaciones sociales que se dan como: la empatía, los prejuicios, la toma de decisiones, juicio moral, etc.; esto modifica las estructuras mentales del sujeto que aprende, concuerda con la teoría sociocultural de Vigotsky, donde afirma que el aprendizaje es un proceso mediado por un conjunto de interacciones sociales, apropiándose constructivamente de instrumentos de mediación cultural.

Según Pineda (2016) llevando la neurociencia al campo del aprendizajes, comprende cuatro procesos: 1) la comprensión de los demás, poniéndose de manifiesto la empatía con sus pares, esto permite que se activen las neuronas espejo, ya sea para situarnos en el lugar del otro, o, aprender por imitación; es decir, la representación de los estados mentales de los demás; 2) Compresión de sí mismo, reconocimiento introspectivo de quiénes somos, esto facilita la autorreflexión del individuo o integrante del grupo social; 3) la autorregulación social, ya que existen normas, la ética, la moral y los valores que se comparten de manera voluntaria e involuntaria y 4) Mundo social, se activan las neuronas espejo descubiertas por Giacomo Rizzolatti, son responsables de la risa contagiosa, de imitar acciones; de que si, un compañero lo hace, el otro también lo puede, interpretación del yo.

La Neurociencia Cognitiva Social y la teoría del aprendizaje social de Vigotsky lleva a proponer algunas estrategias donde los estudiantes puedan interactuar libremente en su entorno, los estudiantes aprenden de su contexto: la familia, la comunidad y la escuela. Al interactuar en su medio, el estudiante aprende las normas, las reglas, los decálogos, los valores, la moral y los conocimientos. En la escuela se propone al trabajo en equipo monitoreado por el docente, incentivar y promover la reflexión individual y colectiva mediante debates, foros, simposio, etc., promoviendo un ambiente de colaboración entre sus integrantes, comunicación abierta y un clima de confianza donde todos sean respetados por sus ideas.

La empatía y la teoría de la mente, afirma que los seres humanos son organismos que interaccionan en su entorno, en su ambiente, por ejemplo, en la empresa, en el colegio, la universidad, en el club, etc., por lo que, son eminentemente sociales, comparten experiencias, historias, creencias, intenciones, etc. Se generan procesos cognitivos como: la cognición social; incluso, en soledad se piensa en otros y los otros en esa persona. La teoría de la mente, cumple varias sub funciones como los procesos socioemocionales inmersos en el cerebro medio, están compuesto por la amígdala e hipocampo, dan valoración a la motivación, a las creencias y del conocimiento del otro y de sí mismo; esto se resume en la habilidad social compleja.

Los estudios sobre la empatía en grupos humanos, sobre todo en los deportes, se observó que hubo un mejor desempeño de los deportistas, se pudo evidenciar que el test de las miradas tuvo efectos significativos, al favorecer la cognición social y socioafectivos, incluye también la cognición corporizada vinculada a procesos corporales, interacción social que involucra al deporte mediante una compleja red de aprendizajes y la regulación emocional. La empatía, va más allá de la

Neurociencia Cognitiva, incluye al cerebro como un órgano social, desprendiéndose la teoría de la mente. Un ambiente social y la percepción social, involucra el rostro, el cuerpo, los movimientos y las acciones. (Aguirre-Loaiza et al., 2020; Escudero, 2019).

Metodología

Para la elaboración del presente artículo de revisión, se han localizado diversos documentos bibliográficos desde diferentes plataformas virtuales como base de datos y revistas indexadas. Se realizó la búsqueda documental durante los últimos 5 años, siendo los objetivos de esta investigación la identificación y análisis crítico de la producción científica de los impactos de la Neurociencia Cognitiva en los aprendizajes. La revisión de bibliografía científica, se intenta reunir el conocimiento de una disciplina específica, destacando lo que se conoce acerca de un tema concreto, a través de los resultados obtenidos en diferentes estudios, caracterizarla y atendiendo a indicadores bibliométricos de producción científica y de síntesis de la investigación. Para ello se propusieron los siguientes objetivos específicos: Localizar e identificar la producción científica sobre la Neurociencia Cognitiva a partir de la bibliografía científica publicados durante los últimos 5 años desde el 2016 al 2021, analizar y clasificar dicha producción de acuerdo a las características observadas de producción científica.

Para estudiar la producción científica en relación al análisis la Neurociencia Cognitiva y su impacto en los aprendizajes, se ha tenido que recurrir a la selección de artículos de base de datos indexadas como Scopus, Scielo, Redalyc y Google Académico, utilizado las siguientes palabras clave: Cerebro, Aprendizaje y Neurociencia cognitiva. Se optaron por estos descriptores dada la naturaleza y la importancia del tema que está en apogeo. El protocolo consistió en agrupar la información en los siguientes campos: autores, año de publicación, tipo de metodología seguida, país donde tuvo lugar el estudio, breve resumen de los objetivos y descripción de los participantes. Para estudiar la producción científica en relación con la Neurociencia Cognitiva, se agrupó el trabajo en cuatro disciplinas de relevancia en la literatura sobre el tema: 1) sobre funcionamiento del cerebro, 2) sobre la neuroplasticidad, 3) sobre las emociones y 4) sobre la implicación de los profesores en el proceso enseñanza aprendizaje.

Resultados y Discusión

Para conocer el impacto de la Neurociencia cognitiva en los aprendizajes, se llegó a investigar literatura científica sobre la parte estructural, morfológica, fisiológica y funcional del cerebro; sobre todo, la forma de cómo aprende el cerebro. Los cambios estructurales corresponden a las redes neuronales, la capacidad de desconectarse y volver a conectarse con otras neuronas; por lo tanto, se forman nuevas improntas cerebrales con el nuevo conocimiento, por lo que pasa a memoria de largo plazo. Los cambios morfológicos, corresponde al aumento de tamaño de ciertas partes del cerebro, esto sucede por la continua ejercitación; por ejemplo, quien resuelve muchos ejercicios matemáticos, el lóbulo izquierdo o en todo caso, quien practica música, tendrá desarrollado el hemisferio derecho (Sibaja-Molina et al. 2016; Araya-pizarro y Espinosa Pastén, 2020).

Según la teoría de los tres cerebros de Maclean: el reptiliano, es el que se encarga de las funciones básicas del cuerpo; el cerebro medio, o límbico, regular las emociones mediante la amígdala y el neo córtex, se encuentran las capacidades de orden superior, propio de los seres humanos capaces de pensar, razonar, analizar y tomar decisiones. Esta teoría de Maclean, se contrapone a la propuesta por Rogers Sperry, de los dos hemisferios cerebrales: el hemisferio izquierdo, encargado de las funciones, además, de lo verbal, la resolución de problemas, son las capacidades de orden superior; sin embargo, el hemisferio derecho, se encarga de las habilidades espaciales, reconocimiento facial y la música principalmente.

Resulta que esta contraposición de teorías propuestas por MacLean y Sperry, en vez de rebatir son netamente complementarias, cada una se sirve de la otra. Por ejemplo, entre los hemisferios encontramos el cerebro medio, el contiene a la amígdala capaz de regular las emociones y el hipocampo encargado de la memoria volátil o de trabajo. Cuando el estudiante está motivado, emocionado, alegre y feliz en distintas partes del cerebro se produce la dopamina y acetilcolina, los dos principales neurotransmisores, que fungen de combustible de las neuronas para que se conecten y circule la información (Wajnerman, 2019). Se ha llevado al debate entre neurocientíficos y docentes pedagogos para tender puentes entre neurociencia y educación para proponer estrategia y actividades para dotar de dopamina a las neuronas para un mejor aprendizaje y motivación permanente.

Lo que interesa a los docentes sobre el cerebro es, la forma de cómo aprende, cómo se modifica así mismo, cómo se conectan y se desconectan las neuronas, cuáles son los elementos o combustible que necesitan las células nerviosas para generar aprendizajes significativos y duraderos.

Respondiendo a las interrogantes, se sabe que el cerebro está formado por mapas mentales llamados también estructuras mentales, quienes están cubiertas por redes neuronales. Para que estas improntas del cerebro se vuelvan maleables y puedan cambiar, desconectándose y volviéndose a conectar, necesitan de un promedio de 52 neurotransmisores, siendo las más importantes la dopamina, acetil colina, adrenalina y otras endorfinas. Así mismo, para que se produzca la neurogénesis, y, que las dendritas de las neuronas crezcan, se ramifiquen y se aproximen con otras a su alrededor mediante sinapsis, necesitan de una proteína de alta pureza llamada “irisina”. Por lo que surgen dos grandes preguntas: ¿Cómo se obtienen los neurotransmisores para que funcionen las neuronas? ¿Cómo obtenemos la proteína de alta pureza? Estas preguntas se responden a continuación con los resultados de la plasticidad cerebral, las emociones, ejercicio físico e interacción social.

Con respecto a la Neuroplasticidad, se ha dicho que es la capacidad del cerebro de modificarse así mismo, de aprender, desaprender y reaprender. El cerebro humano está formado por estructuras neuronales, las cuales, representan la memoria en donde se almacenan los saberes y conocimientos. Estas redes de neuronas se vuelven plásticas y se modifican al adherirse con otras células nerviosas, esto produce el nuevo saber; por tanto, esto origina cambios estructurales y morfológicos en las estructuras neuronales, crecen muchas espinas dendríticas para conectarse mediante sinapsis; esto facilita el aprendizaje y memoria a largo plazo (Sibaja-Molina et al., 2016).

Los Neurotransmisores se obtienen, gracias a actividades y estrategias planificadas que causen emoción, alegría, admiración, amor, felicidad; sobre todo, los estudiantes deben actuar en contextos que generen interés; es necesario, recurrir al enfoque territorial, teniendo en cuenta la economía, la cultura, la historia entre otros aspectos que nos da la comunidad, de esta manera los aprendizajes serán significativos y duraderos en el tiempo. Es sabido que todo aprendizaje que causa emoción, pasa a memoria de largo plazo. El cerebro humano reconoce de manera distinta tanto los objetos conocidos como los desconocidos. El nuevo objeto o conocimiento, se adapta al pre existente, produciéndose una nueva red neuronal; que representa la memoria de largo plazo o el nuevo saber (Silva y Fonseca, 2020).

Entrando a la dimensión de las emociones, uno de los estudios más relevantes del presente artículo, es el propuesto por Wajnerman (2019) donde indica que juegan un papel primordial en los aprendizajes y memoria de largo plazo. Las estructuras mentales almacenan información, aprendizajes, experiencias, hábitos, viéndose reflejadas en las conductas y la parte fisiológica del cerebro.

Las emociones positivas como: la alegría, la admiración, la inspiración, amor, etc, permiten que el cerebro límbico o cerebro medio, por intermedio de la amígdala produzcan principalmente un promedio de cincuenta y dos neurotransmisores, siendo los más importantes: la dopamina, acetilcolina, adrenalina, serotonina y muchas endorfinas responsables del funcionamiento de las células nerviosas. Lo expresado por Wajnerman (2019), concuerda con las ideas de Mazzoglio y Nabar et al. (2020) indican que la ludo aprendizaje, motiva al aprendiz para prestar atención, lo cual estimula a la amígdala para producir la dopamina, un neurotransmisor responsable de las emociones. La dopamina permite que la información de los circuitos neuronales circule más confiable y rápido; allí se produce el recuerdo, la evocación y el almacenamiento de la información de manera duradera.

El otro elemento fundamental para que las neuronas crezcan es una proteína de alta pureza llamada “irisina”, quien la produce, son los músculos del cuerpo, pasan al torrente sanguíneo, llegan al cerebro como alimento indispensable para el crecimiento de las células nerviosas y puedan conectarse con las demás. Según Peña-Troncoso et al. (2019) comenta que la neurociencia y el ejercicio físico, moderado, estructurado y sostenible tiene mucha influencia en los aprendizajes, refuerza las estructuras neuronales, la neurogénesis y las conexiones neuronales mediante sinapsis. Estas proteínas son como “ladrillos” que se unen para crear las ramificaciones neuronales. Lo expresado por Peña-Troncoso et al. (2019) concuerda con Cabrera & Pangola (2020) donde indica que la gimnasia y otras disciplinas deportivas orientadas a mantener el cuerpo en acción, tienen relación directa con los aprendizajes; por lo tanto, si los aprendizajes se dan en ambientes de poca movilidad, cerrados y turgurizados, esto produce apatía, desgano y estrés. Se produce el cortisol en la sangre que es un enemigo para que las neuronas se aproximen, incluso produce la muerte neuronal.

Conclusiones

Las emociones positivas generan aprendizajes duraderos y se consolidan en la memoria de largo plazo. Cuando un estudiante está motivado, alegre, feliz y goza de inspiración; el cerebro, principalmente el límbico, produce dos neurotransmisores como la dopamina y acetilcolina; por tanto, las neuronas del cerebro reciben un golpe dopamínico, lo cual genera en ellas un óptimo rendimiento, para el paso de la información oportuna y puedan conectarse mediante sinapsis; esto conlleva, que los aprendizajes e información se acomoden en nuevas redes neuronales. Es importante que los docentes en el aula opten por estrategias y actividades motivantes capaces de producir emociones, la motivación, tanto extrínsecas con las intrínsecas que son las más importantes; para la autonomía del estudiante. Los especialistas proponen la música, juegos, visita de estudios, materiales concretos, imágenes, sobre todo actividades que les guste a los estudiantes. Siendo las estructuras mentales maleables y plásticas, las células cerebrales tienen la capacidad de desconectarse y volver a conectarse con otras neuronas; incluso, pueden crecer espinas dendríticas del axón y conectar con otras 20 mil a su alrededor. Para que el aprendizaje sea significativo, se tiene que estimular las redes neuronales, esto se logra promoviendo las emociones, recuperando los saberes previos, el pensamiento crítico, pensamiento complejo o divergente y generar el conflicto cognitivo; es decir, al aprendizaje anterior lo contiene un conjunto de neuronas, ese aprendizaje puede cambiar siempre y cuando proponemos el nuevo conocimiento, a esto se llama el proceso de aprender, desaprender y reaprender. Visto en las neuroimágenes del cerebro, se activan diferentes redes neuronales, se evoca lo que está guardado en memoria, se lleva al hipocampo, se contrasta con la nueva información, si es interesante, pasa a memoria de largo plazo localizado en el neocórtex del cerebro. Es importante promover el pensamiento crítico por intermedio del debate socrático, la argumentación y toma de decisiones; sin embargo, se debe tener en cuenta que el requisito principal del pensamiento crítico es tener conocimientos. Para poder debatir, argumentar, tomar decisiones y posturas, es necesario incentivar la investigación. Se puede tener muchos conocimientos errados; pero gracias a la neuroplasticidad, ese conocimiento falso puede ser cambiando por uno acertado.

Los aprendizajes se producen cuando las neuronas se conectan mediante sinapsis e intercambian información, los continuos aprendizajes generan las redes neuronales. Para que sucedan estas estructuras mentales o redes neuronales, deben volverse maleables y plásticas, se necesitan varios

elementos: hormonas, neurotransmisores y la proteína de alta pureza “irisina”. Son más de 52 los neurotransmisores responsables del funcionamiento de las neuronas, los más importantes son la dopamina, acetilcolina, adrenalina, serotonina, algunos aminoácidos y neuropéptidos. Para estimular los neurotransmisores es necesario implementar estrategias y actividades que emocionen, que gusten y causen interés.

En cambio, para obtener la “irisina”, responsable del crecimiento de las neuronas, es necesario tener en cuenta el movimiento mediante el deporte, el baile, el juego entre otras actividades y estrategias. Es de destacar que la neurociencia cognitiva social, estimula los aprendizajes, es muy importante trabajar en equipo, pues, es el lugar donde aprendemos a modelar la conducta, el comportamiento mediante las reglas, decálogos, valores y la ética. Se activan las neuronas espejo, aprendiendo por imitación del compañero. Se dice que el ser humano aprende en red de dos formas: uno externo, aprendemos de los compañeros de equipo y el aprendizaje interno, es cuando las neuronas forman estructuras mentales. La repetición refuerza los circuitos neuronales y la memoria de largo plazo; es necesario implementar actividades donde el mismo tema sea visto en diferente contexto y aplicaciones.

La interacción social, está acentuada como estrategia de enseñanza aprendizaje, no solo en la escuela; sino, en todos los ámbitos a lo largo de la vida, ya sea en el club, en la comunidad, en el trabajo entre otros. En el grupo social, se ve la ayuda mutua, la protección del uno al otro. Se aprende las costumbres, las conductas, los comportamientos; sobre todo, se transmite la cultura de generación en generación. Llevando la neurociencia al ámbito de la interacción social de los individuos, el neurocientífico italiano Giacomo Rizzolatti, descubrió las neuronas Espejo, las responsables del aprendizaje por modelamiento y por imitación propuesto Alberto Bandura; es decir, estas neuronas “escanean” las acciones de un integrante del grupo y lo hace suya del otro. Las neuronas Espejo, son las responsables también de la empatía, dotando a los participantes con la capacidad de colocarse en el lugar del otro, percibir lo que le está pasando y prestarle ayuda. Es por eso, que la educación presencial, en el contexto del estudiante, con la ayuda mutua que recibe de sus pares y del mediador, no podrá ser reemplazada por una educación virtual; que sí sirve como complemento.

Referencias

1. Aguirre-Loaiza, H., Duarte, C., Dahianne, Lady, Gartner, M., García, D., & Marín, Á. G. (2020). Empatía y Teoría de la Mente: comparación entre deportistas y no deportistas. *Pensamiento Psicológico*, 18, 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javerianacali.PPSII18-2.etmc>
2. Araya-pizarro, S. C., & Espinosa Pastén, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos Contributions from the Neurosciences for the Understanding of Learning Processes in Educational Contexts. *Propósitos y Representaciones*, 8, 1–10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
3. Bello-Medina, P. C., Rodríguez-Martínez, E., Prado-Alcalá, R. A., & Rivas-Arancibia, S. (2019). Contaminación por ozono, estrés oxidativo, plasticidad sináptica y neurodegeneración. *Neurología*, 1266, 10. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2018.10.003>
4. Benítez, M. A., Díaz, V., & Justel, N. (2021). Plasticidad cerebral y entrenamiento musical en infantes. Una revisión sistemática. *Revista Electronica de LEEME*, 47, 39–60. <https://doi.org/10.7203/LEEME.47.20376>
5. Bruer, J. T. (2016). Neuroeducación: un panorama desde el puente. *Propuesta Educativa VO - 0*, 46, 14. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=403049783003>
6. Cabrera, C., & Pangola, M. (2020). *Una gimnasia como forma-de-vida : análisis en torno al uso de los cuerpos*. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.13970/ev.13970.pdf
7. Calzadilla, O. O., & Álvarez, J. L. (2017). La integración de las neurociencias en la formación inicial de docentes. *Mendive. Revista de Educación*, 15(1), 21–40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962017000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. Canosa, A. F., & Collado, J. (2019). Transdisciplinary epistemological foundations of education and neuroscience. In *Sophia* (Vol. 26). <https://doi.org/http://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.02>
9. Castro, C., Diaz Abrahan, V., & Justel, N. (2020). Modulación del estado de ánimo a través de estímulos musicales activantes. *Interdisciplinaria Revista de Psicología y*

- Ciencias Afines*, 38(1), 41–51. <https://doi.org/10.16888/interd.2021.38.1.3>
10. Doardi, D. (2018). ¿NEUROESTIMULACIÓN? UN CASO DE MALA COMUNICACIÓN ENTRE NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN. *Punto Cero*, año 24-n, 5. http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v23n37/v23n37_a05.pdf
 11. Escudero, J. (2019). Neurociencia cognitiva social: el abordaje de la sociedad desde el funcionamiento neurocognitivo. *Psicogente*, 22(42), 1–3. <https://doi.org/10.17081/psico.22.42.3547>
 12. Irisarri, N., & Villegas-Paredes, G. (2021). Aportaciones de la neurociencia cognitiva y el enfoque multisensorial a la adquisición de segundas lenguas en la etapa escolar. *MarcoELE*, núm. 32, 21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92165031012>
 13. Jiménez, I., & López, M. (2019). *La Neurociencia en la formación inicial de docentes*. <https://doi.org/http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n67/1990-8644-rc-15-67-241.pdf>
 14. Letelier, M. E. (2020). La comprensión del cerebro y la educación de personas jóvenes y adultas. *Estudios Pedagógicos*, 46(2), 177–190. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000200177>
 15. Lipina, S. J. (2016). Introducción Actualizaciones en neurociencia educacional. *Propuesta Educativa*, 2(46), 6–13. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=403049783002>
 16. Martínez, J. F., & Bertone, M. S. (2019). Cognitive neuroscience and how students learn: Hype or hope. *International Journal of Psychological Research*, 12(1), 6–8. <https://doi.org/10.21500/20112084.4047>
 17. Mazzoglio Y Nabar, M. J., Algieri, R. D., Tornese, E. B., Ferrante, ; M Soledad, Broffman, C., & Algieri, A. (2020). Concepciones Culturales y el Afrontamiento Cadavérico desde la Neurociencia Cognitiva Playbased Learning in Anatomy: Impact on Cultural Conceptions and Cadaveric Affronting from Cognitive Neuroscience. *Int. J. Morphol*, 38(4), 1065–1073. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022020000401065>
 18. Méndez, C. (2020). De las neurociencias a la educación ¿Construir puentes o reducir brechas? *Educere*, 25(80), 279–284. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35666280025>
 19. Peña-Troncoso, S., Toro-Arévalo, S., Osses-Bustingorry, S., Beltrán-Véliz, J. C., & Navarro-Aburto, B. (2019). Neurociencia y ejercicio: un indicador de salud y aprendizaje en el contexto educativo. *Revista de Salud Pública*, 21(4), 1–3.

- <https://doi.org/10.15446/rsap.v21n4.66794>
20. Pereira Damasceno, B. (2020). Contribuições Dos Estudos De Autores Soviéticos Para a Psicologia E a Neurociência Cognitiva Contemporâneas. *Cadernos CEDES*, 40(111), 156–164. <https://doi.org/10.1590/cc.246602>
 21. Pherez, G., Vargas, S., & Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civilizar*, 18(34), 149–166. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2018.1/a10>
 22. Pineda, W. F. (2016). La Teoría de la Mente desde el Marco de la Neurociencia Cognitiva Social. *Theory of Mind Based on Social and Cognitive Neuro-Science Field.*, 19(35), 8–13.
<http://10.0.66.185/psico.19.35.1202%5Cnhttp://bd.univalle.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=116360348&lang=es&site=eds-live>
 23. Reverter-Bañón, S., & Medina-Vicent, M. (2018). La diferencia sexual en las neurociencias y la neuroeducación. *Crítica-Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 50(150), 3–26. <https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.2018.13>
 24. Sibaja-Molina, J., Sánchez-Pacheco, T., Rojas-Carvajal, M., & Fornaguera-Trías, J. (2016). De la neuroplasticidad a las propuestas aplicadas: estimulación temprana y su implementación en Costa Rica / From Neuroplasticity to Applied Proposals: Early Stimulation and Its Implementation in Costa Rica. *Revista Costarricense de Psicología*, 35(2), 159. <https://doi.org/10.22544/rcps.v35i02.06>
 25. Silva, K. S. da, & Fonseca, L. S. da. (2020). Bases neuroeducativas do papel das ilustrações: uma proposta de análise de livro didático. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 101(257), 36–56. <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.101i257.4323>
 26. Silva, L. (2018). Neurociência cognitiva na sala de aula: estratégias de ensino de Língua Espanhola Cognitive. *Letras de Hoje*, 53, 80–88. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15448/1984-7726.2018.1.28663>
 27. Tacca, D. R., Tacca, A. L., & Alva, M. A. (2019). *Estrategias neurodidácticas , satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios*. 10, 15–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.18861/cied.2019.10.2.2905>
 28. Venturelli, N., & Branca, I. (2016). Evidencia y neurociencias cognitivas: El caso de la

resonancia magnética funcional. *Temas (Mexico)*, 50, 177–207.
<https://doi.org/10.21555/top.v0i50.721>

29. Wajnerman, A. (2019). Regulación emocional como modulación emocional. *Análisis Filosófico*, 39(2), 143–162. <https://doi.org/10.36446/af.2019.321>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).