

05

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN:

**COMPRENDIENDO EL ORIGEN DEL APRENDIZAJE DESDE LA
PLASTICIDAD CEREBRAL**

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN:

COMPRENDIENDO EL ORIGEN DEL APRENDIZAJE DESDE LA PLASTICIDAD CEREBRAL

NEUROSCIENCE AND EDUCATION: UNDERSTANDING THE ORIGIN OF LEARNING FROM BRAIN PLASTICITY

Jesús Alfonso Quintero-Fajardo¹

E-mail: qu352653@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7002-6432>

Cecilia Esmeralda Domínguez-Ayala¹

E-mail: cecilia_dominguez@uaeh.edu.mx

ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-8155-3502>

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Quintero-Fajardo, J. A., & Domínguez-Ayala, C. E. (2025). Neurociencia y educación: comprendiendo el origen del aprendizaje desde la plasticidad cerebral. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8(1), 42-53.

RESUMEN

La neurociencia, como un vasto campo de estudio, se encarga de ofrecer perspectivas revolucionarias sobre cómo aprende y procesa la información el cerebro humano. Así que este artículo se sumerge en la contribución de esta disciplina con el fin de entender el aprendizaje, proponiendo así una educación innovadora que se sustenta en las investigaciones de Jean Piaget, Paul McLean, Francisco Mora, entre otras figuras prominentes con una metodología exploratoria y descriptiva. Examinando la plasticidad cerebral, esa asombrosa capacidad del cerebro para adaptarse y reorganizarse en respuesta a nuevas experiencias y desafíos que enfrenta el ser humano a lo largo de la vida. Tomando en cuenta las conexiones neuronales, quienes se fortalecen o debilitan con cada nueva experiencia y además son fundamentales para el aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Así que en el desarrollo del mismo se destaca la importancia de comprender los procesos cognitivos y las áreas cerebrales que trabajan en sinergia para generar la experiencia consciente, y contribuyen al funcionamiento del cerebro, lo que resulta en aprendizaje. Por tanto, entender estos mecanismos no solo puede transformar la manera en que se enseña en las aulas, sino que también puede influir en los métodos de aprendizaje autodidacta y en entornos fuera del ámbito educativo tradicional. La neurociencia, por lo tanto, no sólo ilumina las áreas del conocimiento, sino que también ofrece herramientas para mejorar las prácticas educativas, haciendo del aprendizaje una experiencia más personalizada y efectiva.

Palabras clave:

Neurociencia, aprendizaje, plasticidad cerebral, procesos cognitivos, conexiones neuronales, áreas del cerebro, educación innovadora.

ABSTRACT

Neuroscience, as a vast field of study, is responsible for offering revolutionary perspectives on how the human brain learns and processes information. So this article delves into the contribution of this discipline in order to understand learning, thus proposing an innovative education that is based on the research of Jean Piaget, Paul McLean, Francisco Mora, among other prominent figures with an exploratory and descriptive methodology. Examining brain plasticity, that amazing ability of the brain to adapt and reorganize in response to new experiences and challenges that humans face throughout life. Taking into account the neural connections, which are strengthened or weakened with each new experience and are also fundamental to learning and the acquisition of knowledge. So in the development of the same, the importance of understanding the cognitive processes and brain areas that work in synergy to generate the conscious experience, and contribute to the functioning of the brain, resulting in learning, is highlighted. Understanding these mechanisms can therefore not only transform the way we teach in classrooms, but can also influence self-taught learning methods and settings outside of traditional educational settings. Neuroscience, therefore, not only illuminates areas of knowledge, but also offers tools to improve educational practices, making learning a more personalized and effective experience.

Keywords:

Neuroscience, learning, brain plasticity, cognitive processes, neural connections, brain areas, innovative education.

INTRODUCCIÓN

La neurociencia es una disciplina que ha evolucionado de manera significativa desde sus inicios convirtiéndose se en un campo de estudio esencial para entender la complejidad del cerebro humano y su funcionamiento. Este artículo se propone a explorar la relación intrínseca entre la neurociencia y el aprendizaje humano desde la infancia hasta la adultez, con un enfoque particular en la plasticidad cerebral.

El origen de la neurociencia se remonta a los primeros intentos de los seres humanos por entender el órgano que nos permite pensar, sentir y aprender. Dando inicio en los años 60 con el neurocientífico Paul McLean quien propuso la famosa clasificación del "cerebro triuno", donde la categorización se basa en tres puntos principales, el neocórtex, el sistema límbico y el sistema reptiliano. Describiendo cada una de estas como parte primordial de la evolución del ser humano como especie.



Figura 1. El cerebro triuno.

Fuente: Rubio (2019).

El neocórtex es el punto inicial de esta jerarquía donde se encuentra la base del pensamiento y de la razón humana, aquí se producen las funciones cognitivas, como el razonamiento, el lenguaje, el valor significativo, la planificación, etc. Esta zona cerebral se desarrolla desde el nacimiento del bebé, para que logre aprender y entender el mundo que le rodea.

Posteriormente el sistema límbico consiste en una red de neuronas que se encarga de generar el comportamiento y la personalidad de cada persona a nivel emocional, siendo el responsable de generar el aprendizaje a corto, mediano y largo plazo.

Un dato interesante de este sistema es que se tiene la creencia de que el hipocampo y la amígdala son los encargados de almacenar la memoria, pero hay que entender que estas partes del cerebro no contienen información, sino que se encargan de activar los recuerdos.

El hipocampo se encarga de mediar la información y de la recuperación de recuerdos, generando un aprendizaje

a largo plazo, pero eso ocurre cuando el mismo está relacionado con un valor positivo o negativo.

¿Qué quiere decir esto? que si el aprendizaje o el recuerdo está relacionado con una emoción tanto positiva como negativa, el hipocampo será el encargado de activar y recuperar dicho recuerdo o aprendizaje.

Por otro lado, la amígdala está relacionada con el procesamiento de las emociones y de la memoria emocional, activándose para determinar cómo es que será relacionada la información con la emoción, también es activada cuando la persona se encuentra en una situación de alto riesgo, es aquí donde surgen los miedos, traumas, etc.

El sistema límbico trabaja en conjunto con el hipocampo y la amígdala para formar y consolidar los recuerdos, pero en especial los que están mezclados con una emoción de forma significativa.

Finalmente la parte instintiva del ser humano radica en el sistema reptiliano, donde se encuentra la idea de supervivencia y sobre todo el mantener o reproducir su especie. La característica más resaltante de este sistema son los impulsos instintivos o animales, que buscan satisfacer la necesidad de forma inmediata, preocupándose por vivir el aquí y ahora, sin importar los medios o las futuras consecuencias.

Con la descripción de cerebro triuno, se logra entender que la neurociencia es una ciencia que se encarga de estudiar no solo las partes del cerebro, sino que también busca entender cuáles son los procesos cognitivos que ocurren dentro de este órgano para que la información que nos rodea sea totalmente adquirida y procesada.

Desde su origen, la neurociencia ha desentrañado muchos misterios del cerebro, permitiéndonos comprender cómo las experiencias pueden moldear su estructura y funcionamiento, experimentando cambios significativos, fenómeno conocido como plasticidad cerebral. Esta plasticidad es la base del aprendizaje y de la adaptación del hombre al mundo que le rodea. No obstante, no es igual la de un niño a la de una persona adulta o mayor.

Desde la infancia, cada experiencia es un aprendizaje, cada nuevo conocimiento adquirido, cada habilidad desarrollada, contribuye a la formación y fortalecimiento de nuevas conexiones neuronales y a medida que crece el sujeto se enfrenta a nuevas experiencias y desafíos. El cerebro humano continúa cambiando y adaptando, demostrando su capacidad para la reestructuración.

Con el paso de los años el aprendizaje ha sido el foco de atención en los campos formativos. Sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado para este campo de estudio, por eso, el artículo está dirigido hacia los docentes, instructores, padres de familia o todos aquellos que se encargan de enseñar y formar al ser humano.

El aprendizaje se identifica como un proceso que pasa el ser humano para que este adquiera o modifique habilidades, destrezas, conocimientos y conductas, esto gracias a la experiencia, estudio, observación, socialización y adaptación, con el fin de que esta información adquirida sea utilizada en futuras situaciones.

Citando a Mcleod (2024), *“David Ausubel sostiene que el aprendizaje ocurre cuando los individuos adquieren y modifican habilidades, destrezas, conocimientos y conductas, y luego integran esta nueva información en sus estructuras de conocimiento existentes”*.

Implicando que el nuevo aprendizaje se encuentre relacionado con conceptos e información previamente ya adquirida, esto le resultará familiar al estudiante promoviendo la oportunidad de reorganizar el conocimiento en la mente, para poder comprender estos nuevos conceptos.

Si bien es cierto, hablar de aprendizaje, es tratar de describir y comprender desde el enfoque de las escuelas la gran variedad de métodos de enseñanza y aprendizaje, como el aprendizaje significativo, por descubrimiento, receptivo, repetitivo, por el ensayo y error, observacional, latente, y por diálogo.

Sin olvidar que existen diferentes perspectivas de cómo lograr y adaptar el aprendizaje desde la mirada del estudiante, bajo la supervisión del docente. El objetivo es centrar el mecanismo en el proceso de transmisión del aprendizaje, a través de la resolución de problemas que enfrenta el sujeto diariamente, como por ejemplo, cuando se encuentran en situaciones de peligro, momentos de felicidad, tiene alguna presión social, etc., sin importar si es una educación formal, informal y no formal. Ya que todos estos tipos de educación juegan un papel crucial en la formación del individuo y en su capacidad de adaptarse y de aprender a lo largo de su vida, ofreciendo distintas oportunidades y experiencias.

A lo largo del artículo exploramos en profundidad cómo la neurociencia puede ayudarnos a entender mejor estos procesos de aprendizaje en relación con la plasticidad cerebral. A través de este entendimiento, se comenzará a desentrañar cómo maximizar el aprendizaje y la adaptación cerebral desde la infancia hasta la adultez.

DESARROLLO

Jean Piaget es un psicólogo suizo quien propuso la Teoría del Desarrollo Cognitivo, donde está ha tenido un impacto significativo en la educación y siendo este un adelanto para su época, mencionando así que el cerebro humano no aprende igual en cada etapa de su vida y mucho menos de una forma pasiva, para esto se citará un extracto de su libro.

“Conocer un objeto, conocer un acontecimiento, no es simplemente mirarlo y hacer una copia o imagen mental de él.... es actuar en consecuencia.... Es modificar,

transformar el objeto y comprender el proceso de esta transformación”. (Piaget, 1964, p. 177)

Lo que Jean Piaget resalta es que el aprendizaje no es un proceso meramente pasivo, sino que es totalmente activo, donde el individuo no solo se encarga de recibir la información, sino que también de interactuar con ella, no solo a nivel físico, sino también a nivel cerebral, lo cual lo procesa y lo integra en su estructura cognitiva ya existente, pasando de ser un conocimiento a un complemento para la siguiente fase de su vida.

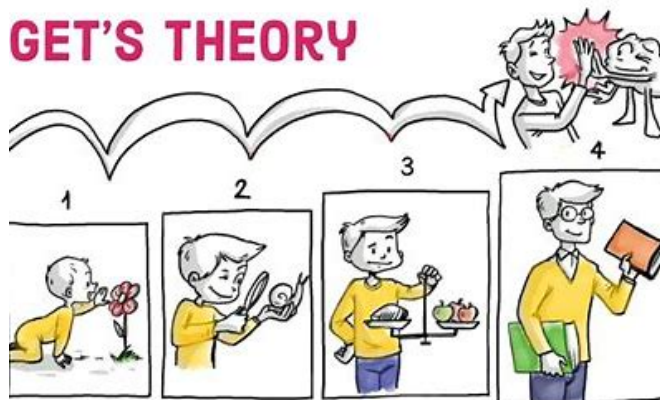


Figura 2. Teoría de Piaget.

Fuente: Tydes (2019).

El desarrollo del cerebro es lineal y secuencial donde cada fase tiene su propio valor, desde la infancia hasta la adolescencia, Jean Piaget en su teoría describe que el ser humano pasa por cuatro fases.

El primero se llama etapa **sensoriomotora**, y se caracteriza porque el niño se encuentra entre la edad de 0 a 2 años, donde el aprendizaje se origina mediante la interacción y el uso de los sentidos usando algunos de los objetos que le rodea, así que los niños en esta etapa, juegan con todo lo que está a su alcance.

Además de que existe una capacidad innata para poder distinguir el idioma de su mamá y en un principio se comunica a través del llanto y con el tiempo están surgiendo las primeras palabras del pequeño, y por medio de la repetición e interacción de los objetos (colores, juguetes, cosquillas, canciones, etc) el niño comprenderá de mejor forma el mundo que le rodea.

Una vez cumplidos los 2 años, ahora el pequeño se encuentra en una nueva etapa de su vida, y se le conoce como etapa **preoperacional** que dura hasta los 7 años, y se le conoce así porque el niño ingresa a un sistema educativo formal donde tendrá sus primeras interacciones sociales y también es donde se desarrollará la lógica, uso de las categorías para clasificar objetos y la realidad, además es aquí donde empieza a adquirir toda la información mediante algunos esquemas mentales, tiene un mejor desarrollo del lenguaje.

La etapa de **operaciones concretas**, que inicia desde los 7 hasta los 11 años, y es aquí donde los niños comienzan a comprender y a entender las operaciones matemáticas simples, desarrollando en ellos el pensamiento lógico matemático.

Y la teoría de Piaget finaliza con la etapa de **operaciones formales** que es desde los 11 años en adelante y el desarrollo cognitivo va desde la preadolescencia hasta la etapa adulta, resaltando así algunas características como la comprensión de la existencia de distintas formas de pensamiento y se empiezan a originar hipótesis sobre lo desconocido.

“Ha de quedar claro que la aparición de cada nuevo estadio no suprime en modo alguno las conductas de los estadios anteriores y que las nuevas conductas se superponen simplemente a las antiguas.” (Piaget, 1990, p 316)

De este modo se entiende que estas cuatro etapas de vida del pequeño actúan como rompecabezas, donde todo lo adquirido en la fase anterior se complementa con la posterior, con el fin de generar un aprendizaje para la vida.

Con esto podemos entender que durante el crecimiento del ser humano un desarrollo cognitivo, una personalidad y una inteligencia, por tal lo prepara para enfrentar los retos que están presentes a lo largo de la vida, y donde cada etapa se caracteriza por un conjunto de habilidades cognitivas y formas de entender el mundo.

La neurociencia respalda estas etapas al demostrar que el cerebro humano cambia y se desarrolla a lo largo de la vida, un fenómeno conocido como plasticidad cerebral y esta plasticidad es la capacidad que tiene el cerebro para cambiar y modificar su estructura.

Aunque exista una plasticidad cerebral, un amoldamiento del cerebro para la toma de decisiones, procesos de aprendizaje y conexión nerviosa neuronal, no todos lo hacen de la misma forma, de ahí la intención de comprender la manera en que el ser humano aprende, de qué forma amolda su capacidad cerebral para el desarrollo cognitivo y significativo del aprendizaje.

Cuando trabajamos el aprendizaje, debemos analizar de qué manera los niños en el primer desarrollo y contacto realizan el proceso de comprensión, entendimiento del aprendizaje, observar las dificultades que se puedan presentar, durante el crecimiento e identificación de la evaluación y desarrollo de sus áreas cognitivas, tal vez presenten algunos obstáculos como:

- No logran asimilar algunas indicaciones de su docente.
- No logran clasificar de forma correcta algunos objetos, colores y formas.
- Tienen problemas en la lectura y escritura.
- Problemas en el área de matemáticas y otras asignaturas o habilidades.

Cuando comienzan a notar estas dificultades durante el proceso de aprendizaje, surgen los cuestionamientos tanto de padres de familia como de los mismos docentes.

- ¿Por qué su pequeño no aprende?
- ¿Están mal los procesos de enseñanza que aplica su docente?
- ¿El niño es un necio y no quiere aprender?
- ¿Estoy haciendo algo mal como padre o madre de familia?
- ¿Al niño no le interesa su aprendizaje? ¿Acaso estoy educando mal a mi hijo?
- ¿Mi alumno no interactúa y no avanza en su aprendizaje?
- ¿Será que mi estudiante no desarrolla recursos adecuados para su comprensión de los temas?

La respuesta a esas interrogantes se requiere el entendimiento de la neurociencia Francisco Mora, Doctor en Neurociencia y Medicina quien compartió su conocimiento sobre este tema en una conferencia de BBVA Aprendamos Juntos titulada ¿Qué es la neuroeducación?

La neuroeducación la debemos entender como el marco donde son colocados los conocimientos de dos disciplinas diferentes, la neurología y las ciencias de la educación, esto para mejorar el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje, centrándose en la actividad cerebral y neuronal entendiendo así el funcionamiento del cerebro durante este proceso y cómo es que este músculo reacciona a los estímulos transformándolos en conocimientos. De aquí la importancia de conocer cómo la plasticidad cerebral puede facilitar el aprendizaje a la hora de cambiar físicamente y adaptarse a los estímulos y hábitos de la persona, sin olvidar la emoción y la motivación que se tiene por aprender, para originar un aprendizaje que pueda aplicar a lo largo de su vida.

Si esta ciencia se centra en el desarrollo y marco organizacional del aprendizaje, entonces se requiere primero plantear determinados cuestionamientos para identificar el proceso y etapas de desarrollo del ser humano, no quiere decir que se evitaren cometer errores durante este proceso; si juntamos la neuroeducación con las etapas de desarrollo desde las etapas que marcan los psicológicos.

¿A qué edad el niño debe generar los procesos de motricidad fina y gruesa? ¿A qué edad empezamos a hablar de coordinación neuronal con desarrollo del aprendizaje? ¿Cuándo comienza un niño a leer? ¿el niño que tarda hasta los siete años en leer y comprender la lectura? Se estima por observación que el niño, en general, de un colegio a los cinco o seis años ya está listo para aprender a leer o desarrollar operaciones concretas, la escritura, ¿A qué edad un niño debe generar una redacción más profunda, fluida y con buena ortografía?. Cada estudiante debe estar centrado en el desarrollo de la etapa, no

quiere decir que si un niño lo hace o no está por buen o mal camino, más bien debemos centrar el proceso de enseñanza desde las primeras etapas de desarrollo, donde el estudiante mediante las actividades se pueda identificar si cuadra neurológicamente al desarrollo y aprendizaje correspondiente.

Pero no todos. ¿En qué se fundamenta ahora que la neuroeducación puede decir algo? En que sabemos que áreas fundamentales del cerebro, como es el área 23 y 24, áreas de Brodmann, ciertas áreas del cerebro. En la corteza parietal posterior y la temporal superior hay ahí un área donde la esencia de la lectura está en transformar el grafema en fonema. Si eso no ocurre, se lee muy mal o cuesta mucho, o hay que acudir a expandir los circuitos en otras áreas que cuesta sangre, que quiere decir castigo, quiere decir desazón, quiere decir malestar del niño al aprender. Y aprender algo si hay que aprenderlo bien, hay que hacerlo con alegría, que es cuando se aprende. Es cuando te da gusto. Eso se logra en la lectura a partir de los seis o siete años. ¿Por qué? porque esas áreas ya sabemos ahora han terminado de formar los circuitos sinápticos y además, de aislar los axones con mielina para que la información vaya con nitidez (Mora, 2018).

Como lo menciona Mora (2018), la neurociencia es una de las ramas de la ciencia que se encarga de estudiar el cerebro humano, con el fin de entender porque no se ha logrado establecer un aprendizaje que debería ser dominado por la persona, en este caso niño.

El pequeño que se encuentra en alguna de las etapas anteriores y no ha desarrollado un aprendizaje o conocimiento que existe dentro de estas, no quiere decir que este niño sea un necio o que no sea listo, sino todo lo contrario, el pequeño necesita desarrollar más conexiones neuronales en ciertas áreas del cerebro, ya que no se encuentran maduras para generar dicho aprendizaje.

Ahora bien la teoría de Piaget culmina hasta la edad de 11 años, pero te dice que de 11 años en adelante, ¿esto quiere decir que también abarca el aprendizaje en la etapa adulta? la respuesta es no, para entender el aprendizaje en el adulto llega una disciplina que forma parte de las ciencias en educación, llamada Andragogía.

Esta disciplina da origen con el educador americano Malcom Shepherd Knowles a principios del siglo XIX, quien la definía como el arte y la ciencia de transferir el aprendizaje en los adultos. Esta rama de enseñanza se diferencia de las demás, ya que presenta una metodología, estrategia y didáctica diferente, para lograr el aprendizaje en el adulto, ya que el ser humano nunca deja de aprender.

De manera que, el estudiante adulto presenta una autonomía, también cuenta con una capacidad avanzada de reflexión, de igual forma que presenta un nivel de experiencia y proceso cognitivo mayor a la de un joven, así como de un niño.

La andragogía se centra en cómo los adultos aprenden, y aunque la plasticidad cerebral disminuye con la edad, no se quita la posibilidad y oportunidad de aprender y de adquirir nuevas habilidades. Por lo que la neurociencia puede aportar a la andragogía, proporcionando información sobre cómo el cerebro aprende y se adapta para diseñar una metodología acorde a la experiencia y plasticidad cerebral de la persona adulta.

Con lo anterior es necesario tener en cuenta que para estimular de forma correcta el PEA en el adulto, es que los contenidos deben estar ligados a la resolución de problemas reales, dejando de lado la memorización y repetición de los conceptos y características básicas de los contenidos, ya que con ello el adulto perderá totalmente el interés por aprender.

Otro aspecto importante, es que el estudiante adulto debe ser invitado a la reflexión, el maestro deberá utilizar una metodología de enseñanza que motive al alumno a realizar cuestionamientos dentro del espacio áulico, para poder facilitar una valoración significativa del aprendizaje.

Sin olvidar otro punto importante, y es que el adulto debe trabajar en forma colaborativa, ya que este siente la necesidad de contar sus experiencias y conocimientos con el grupo, así que el docente debe tener una metodología de enseñanza que active la neuroplasticidad del adulto y ser capaz de traer el pasado al presente.

Con lo anterior está claro que los seres humanos se encuentran en un constante aprendizaje desde su nacimiento, ahora bien, es necesario retomar a Piaget en este apartado, ya que él sostiene que el pensamiento y la inteligencia son provenientes de la genética de la persona y que además esto se encuentra totalmente en relación con la forma en la que el sujeto interactúa con medio social y cultural, ya que estos lugares de interacción le permiten a la persona adquirir la información que le rodea de una forma activa a través de los procesos cognitivos y de la conexión neuronal que ocurre en su cerebro, permitiendo así la activación de ciertas áreas cerebrales (Castilla, 2013).

Asimismo, Pozo (1997), sostiene que Piaget *“restaura el concepto de la inteligencia del niño centrándose en el desarrollo cognitivo y la adquisición de competencias o habilidades. Desde este punto de vista, la idea de la inteligencia se justifica como una mejor forma de adaptación biológica, y también, por primera vez, considera el papel activo del individuo en la evaluación constructiva de su conocimiento”*.

Así que desde el punto de vista de Pozo, Piaget, Ausubel y Castilla se entiende que el desarrollo cognitivo (conocimiento, aprendizaje e inteligencia) se desarrolla a través del contacto constante con el medio físico, social y cultural de la persona, para que este logre asimilar la información y adaptarse de acuerdo a la psiquis humana o mejor dicho genética de la persona.

Entonces, ¿el aprendizaje depende de la genética de la persona?

La respuesta es que sí, ya que la construcción cerebral está formada mayor parte por una conexión de redes neuronales, quienes están constituidos por programas genéticos, por lo que estos deben ejercer cierta influencia sobre las funciones cognitivas, incluidas en los procesos cognitivos para originar el aprendizaje (Bueno, 2020).

El cerebro tiene la capacidad de procesar la información, a través de la conexión sináptica que ocurre entre las redes neuronales, pero también existe otra forma de aprendizaje y este ocurre con los estímulos que proporciona el ambiente para activar y desarrollar las conexiones neuronales.

A todo esto surgen los siguientes cuestionamientos:

- ¿Cómo es la estructura del cerebro? o ¿Cuáles son las áreas cerebrales?
- ¿Qué son las redes neuronales?
- ¿Qué son las conexiones sinápticas?
- ¿Cuáles son los procesos cognitivos?
- ¿Cómo aprende el cerebro a través de los estímulos?
- ¿Qué ofrece la neurociencia a la educación?

Todas estas preguntas serán contestadas a continuación:

¿Cómo es la estructura del cerebro? o ¿Cuáles son las áreas cerebrales?

Antes de continuar es necesario resaltar que estas no son las únicas áreas del cerebro existentes, ya que se identifican otras regiones cerebrales que cumplen ciertas funciones específicas, que involucran la activación cognitiva y motora, esto debido a la complejidad y la capacidad que tiene el cerebro de poder controlar el cuerpo e interpretar la información, a continuación se visualiza organizador gráfico donde se resaltan las áreas principales:

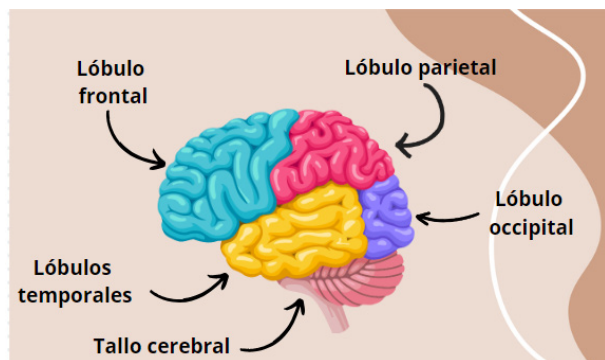


Figura 3. Partes del cerebro humano y funciones.

Fuente: Triglia (2024).

En el esquema anterior se pueden apreciar cinco regiones, las cuales son activadas de acuerdo a sus distintas funciones.

El **lóbulo parietal** se activa cuando se quiere adquirir la información sensorial, así como la relación numérica y la manipulación de los objetos. Por consiguiente, el **lóbulo occipital** se puede encontrar la corteza visual, que es la zona que está encargada de controlar la capacidad visual, y gracias a esto se logra interpretar el mundo que le rodea, además de que otra de sus funciones es el controlar los movimientos oculares y también deja fluir la imaginación.

Posteriormente es activado el **lóbulo frontal** cuando se requiere controlar el impulso, el comportamiento, la producción del lenguaje, y también en esta área del cerebro se encuentra y controla la memoria.

Luego los **lóbulos temporales** son activados cuando se trata de procesar e interpretar las sensaciones auditivas y de la comprensión del lenguaje, así también del reconocimiento de patrones de conducta y de la personalidad. Y finalmente **el tallo cerebral** tiene como función el controlar la respiración, el ritmo cardíaco, la digestión de los alimentos y sobre todo se encarga de controlar la circulación sanguínea.

Con lo descrito anteriormente se puede apreciar que el cerebro humano es un órgano altamente complejo y eficiente, es necesario resaltar que algunas de estas áreas pueden ser activadas más que otras, de acuerdo a la tarea o actividad que la persona realice constantemente.

Antes de continuar con la siguiente pregunta es necesario agregar otro dato interesante sobre el funcionamiento y proceso cerebral que estudia la neurociencia, y es que esta ciencia menciona que el cerebro no puede trabajar por sí solo, sino que necesita de un sistema que se encargue de enviar señales a cada una de sus regiones cerebrales para que puedan ser activadas y que la información pueda viajar a través de cada una de estas, y es aquí donde entra el sistema nervioso.

El sistema nervioso

El sistema nervioso es un conjunto de células que se encargan de la conducción de señales eléctricas, por medio de las redes neuronales que se encargan de recibir la información, de igual forma de procesarla y de transmitirla entre las distintas partes del cuerpo.

Uno de los datos interesantes es que este sistema se encuentra dividido en dos partes, en el Sistema Nervioso Central (SNC) y el Periférico (SNP), donde el SNC es el centro de procesamiento y control de la información y el SNP se encarga de conectar el SNC con el resto del cuerpo a través de nervios sensoriales (receptores) y motores (efectores) movimientos corporales.

Para tener una mejor claridad de lo descrito anteriormente es necesario visualizar el siguiente esquema:

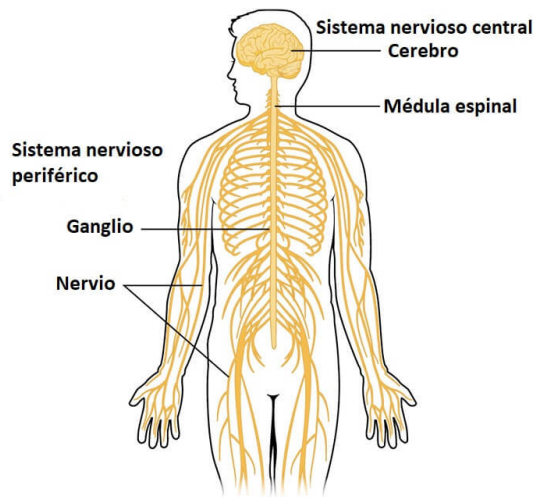


Figura 4. Sistema nervioso periférico: funciones, partes y enfermedades.

Fuente: Puig (2020).

¿Qué son las redes neuronales?

Las redes neuronales son un conjunto de neuronas interconectadas entre las dendritas y la sinapsis, además de que están constituidas en tres capas, la primera se encarga de adquirir la información, la otra de procesarla a través de las distintas neuronas y finalmente la última capa se encarga de producir el resultado final de este procesamiento.

Para continuar se puede notar que el Sistema Nervioso trabaja en conjunto con las redes neuronales, quienes tienen como función interconectarse unas con otras para formar las redes neuronales donde se recibe y transmite la información que es dirigida a algunas células del cuerpo para generar un movimiento o reacción.

Para esto existen siete tipos de neuronas, pero solo se describirán tres de ellas, ya que por medio de estas se genera el aprendizaje; las neuronas sensoriales, motoras e interneuronas.

El primer tipo de neuronas son las **sensoriales** ya que se encargan de recabar información de cualquier estímulo externo, tal y como se dijo anteriormente, enviando dichos datos al SNC para que puedan ser procesados.

Luego están las **neuronas motoras**, que tienen como función el recabar la información de otras neuronas, y por consiguiente transmiten órdenes a los músculos, órganos y glándulas, para que las neuronas motoras que se encuentran en el SNP puedan mandar señales a algunas partes del cuerpo y estos sean activados en cuestión de segundos o microsegundos.

Finalmente las **interneuronas** se encuentran en el SNC, y se encargan de conectar una neurona con otra, con el fin de transmitir la información de las neuronas sensoriales para transmitirla a las neuronas motoras para poder accionar. Estas interneuronas participan en el procesamiento

de los datos de entrada, pasándolos a los datos de salida, con el fin de que esta información sea significativa, conservada y utilizada para futuros eventos o situaciones (generando así un aprendizaje).

Las neuronas sensoriales, motoras e interneuronas trabajan en conjunto para responder de forma adecuada ante situaciones de peligro o de riesgo y para generar el aprendizaje que será aplicado a lo largo de la vida.

Ahora bien, el estudio de la neurociencia no termina hasta aquí, ya que es un campo multidisciplinario que además de estudiar la función cerebral y del sistema nervioso, también se encarga de estudiar la anatomía neuronal. Y es por eso que a continuación se visualizará en la siguiente imagen la estructura de la neurona para tener un panorama más amplio sobre cómo es que se puede formar y mantener el aprendizaje:

Para ello, es necesario visualizar el siguiente esquema:

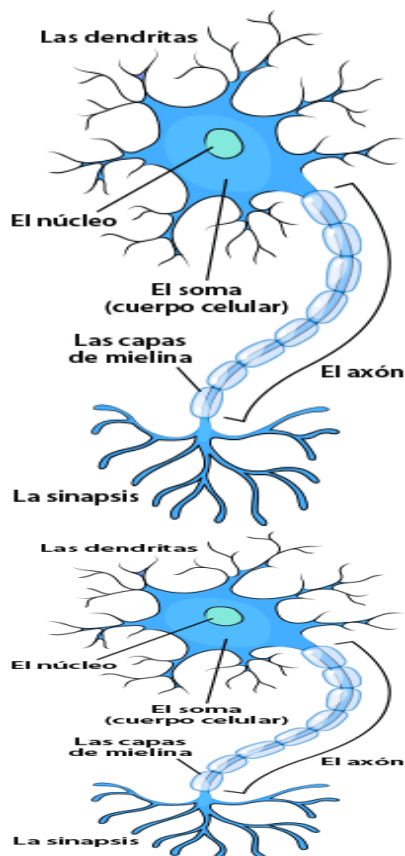


Figura 5. Anatomía de la Neurona.

Fuente: Kazilek. (2017).

Como se dijo anteriormente existen diferentes tipos de neuronas y estas varían en forma y en tamaño, pero por lo general, están formadas por tres regiones, que es el cuerpo celular, así como de las dendritas y un axón.

Para que las señales eléctricas lleguen al cerebro primero tiene que pasar por las dendritas, que son ramificaciones que se extienden desde el citoplasma hasta el cuerpo

celular, y su función es el recibir los impulsos electromagnéticos provenientes de otras células neuronales y transmitirlo hasta la soma (cuerpo celular).

El cuerpo celular es la parte más grande de toda célula, y es donde se encuentra el núcleo celular (ADN) y algunos orgánulos asociados, una vez pasando por el soma la señal sale para viajar a través del axón, y este se le puede considerar como el proceso más largo que tiene la acción neuronal, ya que es aquí donde se conducen las señales e impulsos electromagnéticos dirigiéndolos hasta la sinapsis.

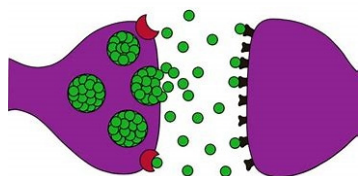


Figura 6. Sinapsis: qué son, tipos y funciones.

Fuente Castillero Mimenza (2018).

Un dato interesante sobre la sinapsis o conexión sináptica, es que a finales del siglo XIX, existieron dos teorías o mitos sobre la estructura del sistema nervioso; la teoría reticular y la teoría neuronal.

Sobre la teoría reticular se describe que es un modelo donde no existe un espacio físico que separe en ningún momento unas neuronas con otras, en otras palabras, que la red neuronal era continua sin espacio físico entre ellas.

Para desmentir esta teoría llega el fotógrafo y maestro de la Histoquímica Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), quien por medio de algunos experimentos e investigaciones sobre el sistema nervioso y la tensión de los tejidos neuronales, logró desmentir y defender la teoría neuronal, que afirma la existencia de este espacio entre las neuronas, estando en colaboración con Kölliker quien era la figura más importante de la Histología alemana de aquella época.

Citando a Barrecheguren (2022), *“el punto más importante que demostraba el trabajo de Cajal era la presencia de un espacio físico que separaba el final de una neurona y el inicio de la siguiente. Ahora esa separación se conoce como espacio sináptico y, en conjunto, toda la zona que engloba el final del axón de una neurona, el espacio sináptico y el inicio de las dendritas de otra neurona se conoce como sinapsis. Es en la sinapsis donde se produce el salto de información de una neurona a otra a través de la liberación de neurotransmisores”*.

Así que como último punto sobre la anatomía de la neurona es la sinapsis, y como se menciona en la cita anterior es un espacio físico que existe entre neurona y neurona

donde a través de los neurotransmisores se puede transmitir y regular la información que viaja desde las dendritas hasta el axón.

Estas conexiones neuronales y sinápticas son las responsables de transmitir toda la información sensorial, donde se procesa y se puede generar una respuesta corporal, además de activar y de permitir la comunicación entre las distintas regiones cerebrales, tal y como se ha descrito anteriormente.

¿Cuáles son los procesos cognitivos?

Ahora, el papel de todas estas conexiones entre las redes neuronales no termina aquí, sino que son componentes claves para que se lleven a cabo los procesos cognitivos, a lo que hace referencia a los procesos mentales que ocurren en el cerebro, lo cuales son la percepción, el pensamiento, la memoria, la atención y el lenguaje.

Ya que estos procesos cognitivos son esenciales para la experiencia consciente y la interacción que se tiene con el entorno, por ejemplo cuando se está en un estado de atención, es aquí donde se selecciona la información que es percibida sensorialmente y se concentra en el estímulo, ya sea en un espacio y tiempo determinado.

Durante este proceso el cerebro es consciente de lo que ocurre a su alrededor y se encuentra en un estado de observación. En el lenguaje, este proceso permite al ser humano expresarse libremente y comunicar sus pensamientos, mientras que estos son los que se encargan de procesar la información, como lo son las imágenes, sonidos, símbolos, ideas, emociones y demás, para poder darle un significado o un sentido entre los distintos datos.

Ahora bien, en la percepción este proceso cognitivo es a través del cual se organiza y se le da un sentido a los estímulos tanto externos como internos, que son detectados de los 5 sentidos.

Finalmente la memoria, como se describió anteriormente se encuentra en el sistema límbico y es aquí donde se tiene la facultad de traer el pasado al presente, otorgándole un valor significativo, posibilitando la oportunidad de recordar y de recuperar la información aprendida con anterioridad. Recordando que, para que se recupere este recuerdo la información procesada se debe relacionar con una emoción ya sea positiva o negativa.

Como se puede notar, los procesos cognitivos son activados gracias a los estímulos que son percibidos por medio la interacción entre el sujeto y el ambiente que rodea, siendo percibidos a través de los cinco sentidos, la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, una vez que los datos de entrada o la información del exterior alcance una de estas cinco puertas del cerebro, este será capaz de procesar esos datos y almacenarlos en el sistema límbico.

¿Cómo aprende el cerebro a través de los estímulos?

Finalmente se retomarán algunos estudios de doctores del área visual y auditiva, esto con la finalidad de tener más clara la idea sobre cómo es que ingresa la información y se genera el proceso cognitivo del cerebro humano a través de estos dos sentidos primordiales o fuertes que tiene el ser humano.

¿Cómo aprende el cerebro a través de la vista?

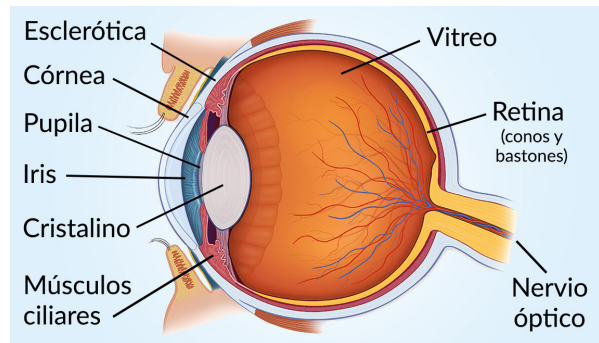


Figura 7. Conceptos básicos acerca de la vista y los ojos: cómo vemos.

Fuente: Stepko (2020).

Como se puede observar en el esquema anterior, el ojo humano está compuesto por una anatomía muy completa y este pequeño globo ocular, puede lograr que el ser humano vea con claridad el mundo que le rodea tal y como lo menciona Stepko (2020).

Citando al Dr. Richard Rosen, quien es un cirujano vítreo retiniano en el New York Eye and Ear Infirmary of Mount Sinai, en la ciudad de Nueva York, quien dice que el ojo humano es un gran contenedor de la mayor parte de la información que nos rodea constantemente.

El ojo humano inicia con una capa exterior, siendo esta una capa protectora blanca llamada esclerótica o mejor conocida como la parte blanca del ojo y la función principal de la esclerótica es proporcionar únicamente protección al globo ocular como lo menciona el Dr. Rosen.

Ahora bien para que el cerebro humano pueda procesar la información que entra a través de la vista, la luz del objeto tiene que pasar por la esclerótica para llegar a la córnea, que es un tejido claro, delgado y tiene forma de cúpula, así que es la curvatura que protege al ojo, como un cristal al reloj.

Conforme avanza la luz llega a la pupila, que es el punto central del ojo, y esta pupila está rodeada por la iris, mejor identificada como el color de los ojos. El trabajo del iris es encargarse de controlar que tanta luz podrá entrar a la pupila. Por ejemplo cuando hay poca luz lo que hace el iris es permitirle a la pupila expandirse para que ingrese la mayor cantidad de luz posible y por el contrario, cuando hay demasiada luz el iris hace que la pupila se contraiga para que ingrese la menor cantidad de luz.

Luego, la luz llega al cristalino, quien se encarga de recibir la luz y desviarla a las retinas, pero antes tiene que pasar por el vítreo, que es el gran espacio que existe entre el cristalino y la retina. Este vítreo tiene una gran elasticidad y es lo que le da forma al ojo, señala la Dra. Jaclyn Haug Dal, profesora adjunta clínica de Oftalmología y Ciencias Visuales en la Facultad de Medicina Carver de University of Iowa.

Una vez pasada la luz por el vítreo, llega a la retina quien está formada por bastones y conos y estos están encargados de procesar la información del exterior, así como la agudeza visual y el distinguir los colores del objeto, además le permiten al ser humano tener oportunidad de ver en las zonas menos iluminadas.

Así que los conos y bastones de las retinas trabajan en conjunto para detectar y absorber los rayos de luz, y luego convertirlos en señales eléctricas que serán enviadas al cerebro a través del nervio óptico, para que el cerebro logre interpretar la información y convertirla en las imágenes que vemos todos los días.

Un grupo de investigadores del MIT menciona que la mitad de la capacidad del cerebro humano se dedica a procesar la información visual. Así lo que ocurre a través de nuestros ojos es el procesar los puntos de luz que arrojan los objetos, citando a el Dr. Rosen, lo que ocurre en nuestros ojos es la acumulación de la información de nuestro alrededor.

¿Cómo aprende el cerebro a través de la audición?

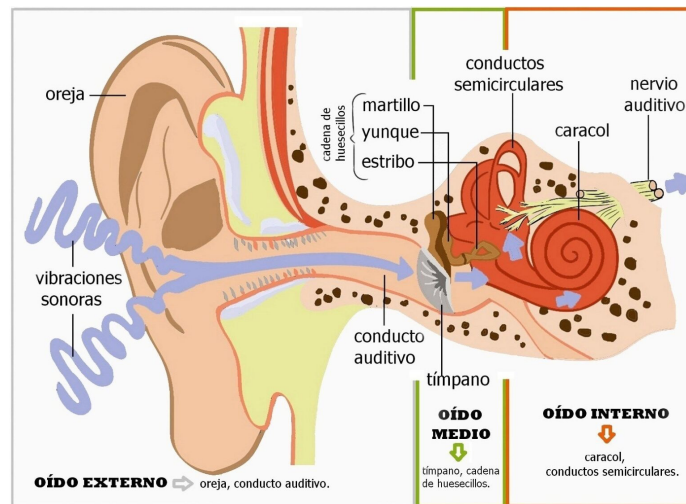


Figura 8. Esquema del oído.

Fuente: Esquema.net (2020).

Para que el cerebro aprende por la audición las ondas sonoras primero tienen que pasar por tres partes del oído que son el externo, el medio y el interno tal y como se muestra en el esquema anterior.

La función principal de oído externo es hacer entrar las vibraciones sonoras a través de la oreja y del canal auditivo,

para poder llegar al tímpano o membrana timpánica que se encuentra al final de conducto auditivo siendo una de las partes más sensibles del oído ya que se encarga de percibir las vibraciones de las ondas sonoras.

Una vez llegadas las vibraciones sonoras al tímpano, tienen que pasar ahora por la cadena de huesecillos (martillo, estribo y yunque), quienes hacen la función de conectar las vibraciones sonoras a la ventana oval, y está es una membrana que recubre la entrada de la cóclea o caracol, así que la función principal de esta membrana es ser un transformador acústico, logrando amplificar las ondas sonoras veinte veces más antes de que lleguen al oído interno.

Una vez transformadas estas ondas sonoras por la ventana oval, se logra ingresar al caracol, quien se encarga de transformar estas ondas en impulsos eléctricos que son enviados al cerebro a través del nervio auditivo, con la finalidad de ser transformados en sonidos conocidos y entendibles.

Antes de que se generen los procesos cognitivos, primero se tienen que generar choques electromagnéticos que llegan al cerebro, para poder procesar la información que se recibe y percibe constantemente a través de los cinco sentidos.

¿Qué ofrece la neurociencia a la educación?

La neurociencia ofrece herramientas que se pueden utilizar para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje que pueden ser aplicadas para enseñar en cualquier etapa de la vida (Rodríguez, 2017; Álvarez, 2023; Ricardo, 2024; Sáez, 2024).

- Entendimiento del desarrollo cerebral

Es aquí donde la neurociencia explica de forma detallada el cómo se desarrolla el cerebro a lo largo de la vida, tal y como se mencionó en el apartado de la Teoría de Piaget y de la Andragogía. Así que esta información puede ayudar a los educadores para que adapten su enseñanza acorde a la plasticidad cerebral del estudiante.

- Comprensión de cómo aprende el cerebro

Aquí la neurociencia ayuda a entender sobre cómo el cerebro procesa y almacena la información, por lo que se pueden mejorar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje para promover la activación de múltiples áreas cerebrales.

- Aplicación de la neurociencia en la educación

La neurociencia puede proporcionar una base empírica para las prácticas de enseñanza y de aprendizaje, por lo que ayuda a validar y mejorar las estrategias de enseñanza ya existentes e incluso dar la oportunidad de innovar y crear nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje.

- Neuroimagen

Para su aplicación se necesita de un equipo adecuado que permitirá adquirir una neuroimagen que otorga una visión detallada sobre cómo el cerebro se modifica y se adapta en respuesta del aprendizaje. Siendo esta una herramienta bastante útil para investigar cómo las diferentes estrategias de enseñanza y de aprendizaje afectan y modifican al cerebro, además de visualizar la activación de ciertas áreas cerebrales al momento de estar en contacto con la información que le rodea.

CONCLUSIONES

Para poder aplicar la neurociencia dentro y fuera de un espacio áulico es necesario dominar los conceptos y conocimientos básicos de la neurociencia, ya que estas ayudaran en la comprensión sobre los cómo se origina el aprendizaje en la persona desde su etapa sensorio motora hasta su etapa adulta, tomando en cuenta su plasticidad cerebral, las diferentes áreas del cerebro, las conexiones neuronales y los diferentes procesos cognitivos, ya que estas bases permitirán desarrollar prácticas educativas y formativas innovadoras y funcionales.

Sin olvidar que el aprendizaje debe estar ligado con el sistema emocional de la persona, para que sean retomados los recuerdos del pasado y traerlos al presente, para generar emociones positivas en el sujeto es necesario contar con un ambiente positivo que brinde seguridad, confianza y oportunidades de crecimiento tanto para su vida personal como profesional.

Nada se puede aprender más que aquello que se ama. Quiere decir que muy poco se puede enseñar y aprender si no está mediado por la emoción. Y esto se basa en nuestros conocimientos actuales acerca de cómo funciona el cerebro, tal y como lo dijo Mora (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria S.A, 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M. (2023). Las teorías del aprendizaje en la neuroeducación: ¿Cómo aprende el cerebro humano? Blog de Instituto Serca. <https://blog.institutoserca.com/las-teorias-del-aprendizaje-en-la-neuroeducacion-como-aprende-el-cerebro-humano/>
- Banco Bilbao Vizcaya Argentaria S.A. (2018). ¿Qué es la neuroeducación? Francisco Mora, doctor en Neurociencia y Medicina. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=d2Fud46xFPQ>
- Barrecheguren, P. (2022). Santiago Ramón y Cajal, el explorador de neuronas. Muy Interesante. <https://www.muyinteresante.com/ciencia/26262.html>
- Bueno, D. (2020). Genética y aprendizaje: Cómo influyen los genes en el logro educativo. Journal of Neuroeducation, 1(1), 38-51. <https://revistes.ub.edu/index.php/joned/article/view/31788>

- Castillero Mimenza, O. (2018). Sinapsis: qué son, tipos y funciones. Psicología y Mente. <https://psicologiaymente.com/neurociencias/sinapsis>
- Kazilek. (2017). Anatomía de la neurona. Ask A Biologist. <https://askabiologist.asu.edu/anatomia-de-la-neurona>
- Puig, R. P. (2020). Sistema nervioso periférico: funciones, partes y enfermedades. Lifeder. <https://www.lifeder.com/sistema-nervioso-periferico/>
- Ricardo, R. (2024). Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget: Definición y etapas. Estudiando. <https://estudyando.com/teoria-del-desarrollo-cognitivo-de-piaget-definicion-y-etapas/>
- Rodríguez Camón, E. (2017, 18 abril). Andragogía: el aprendizaje en edades avanzadas. Psicología y mente. <https://psicologiaymente.com/desarrollo/andragogia>
- Rubio, E. (2019). El cerebro triuno. <https://enriquerubio.net/el-cerebro-triuno>
- Sáez, M. C. (2024). ¿Qué aporta la neurociencia a la educación? Tres Punto E-learning. <https://www.trespuntoelearning.com/neurociencia-educacion/>
- Stepko, B. (2020, 24 noviembre). Conceptos básicos acerca de la vista y los ojos: cómo vemos. AARP. <https://www.aarp.org/espanol/salud/enfermedades-y-tratamientos/info-2020/anatomia-del-ojo-humano.html>
- Triglia, A. (2024). Sistema límbico: la parte emocional del cerebro. Psicología y Mente. <https://psicologiaymente.com/neurociencias/sistema-limbico-cerebro#%C2%BFQu%C3%A9%20Es%20El%20Sistema%20L%C3%ADmbico>
- Tydes, C. (2019). Piaget's Theory of Cognitive Development. Pinterest. <https://www.pinterest.co.kr/pin/704743041672737411/>