

NEUROCIENCIA, CONDUCTA Y APRENDIZAJE: APORTES A LA EDUCACIÓN.

Recibido 18/07/2025 Aceptado 05/08/2025

Rafael Orlando Labrador Pérez
<https://orcid.org/0000-0002-2843-4316>
Universidad de Los Andes - Núcleo Universitario Dr. Pedro Rincón Gutiérrez
Universidad Católica del Táchira
rafael.labrador1@gmail.com

RESUMEN

La comprensión de que aprender era un derivado de la interacción de neuronas en nuestro cerebro, a partir de la información captada por estas desde el ambiente y el propio cuerpo, ocurrió a lo largo de una extensa variedad de hallazgos en lo filosófico y en lo biológico que, al juntarse y relacionarse dentro de las Neurociencias, permitieron fundamentar la relación cerebro-mente. Originalmente se buscó entender procesos neurales simples como percepción y movimiento, pero luego se enfocaron en procesos complejos, como memoria, aprendizaje y conciencia. En forma general, las Neurociencias buscan entender cómo el cerebro produce la conducta, y en ello se han encontrado con evidencia de que la conducta tiene al aprendizaje como eje central. En este trabajo explicamos el proceso de la motivación, la experiencia emocional y, la transición temporal de la memoria hasta convertirse en una experiencia de aprendizaje, señalando los requisitos neurocognitivos del aprendizaje y su relación funcional.

Palabras clave: conducta, aprendizaje, motivación, atención, logro, recompensa, emoción, memoria, neurociencias, cerebro..

ABSTRACT

The understanding that learning is a product of the interaction of neurons in our brain, based on information gathered from the environment and the body itself, emerged through a wide variety of philosophical and biological findings. These findings, when combined and interconnected within the field of Neuroscience, provided a foundation for the mind-brain relationship. Initially, the focus shifted to understanding simple neural processes such as perception and movement, but later to complex processes such as memory, learning, and consciousness. In general, Neuroscience seeks to understand how the brain produces behavior, and in doing so, it has found evidence that learning is central to behavior. In this paper, we explain the process of motivation, emotional experience, and the temporal transition of memory into a learning experience, highlighting the neurocognitive requirements of learning and their functional relationship.

Keywords: behavior, learning, motivation, attention, achievement, reward, emotion, memory, neuroscience, brain.

INTRODUCCIÓN

Entender que el aprendizaje es un producto de la interacción de grupos de neuronas en diversas estructuras de nuestro cerebro, a partir de la información captada por estas desde el ambiente externo y el medio interno de nuestro cuerpo, sólo ha ocurrido luego de una extensa variedad de hallazgos relativos a la conducta, tanto en el campo de lo humanístico-filosófico como en el de lo científico-médico. La reunión y correlación de estos en el campo de las Neurociencias, permitió establecer de inicio y luego fundamentar la idea de que la conducta es el mayor producto de la relación cerebro-mente.

Relación Cerebro-Mente

Los primeros estudios sobre la conducta humana proceden de los trabajos desarrollados por los filósofos en la antigua Grecia, dentro de los que destaca Sócrates, cuyo método socrático constituyó la base del pensamiento crítico y la educación ética (Calvo Martínez, 1997; Brickhouse, T. C. y Smith, N. D., 2002). Otro destacado es Platón con su teoría de las Ideas y su influencia en política y pedagogía (Ferrari, G. R. F., 2007). Finalmente tenemos a Aristóteles, con sus estudios sobre lógica y ética, metafísica y psicología (Shields, C., 2014). Luego de una enorme cantidad de obras mayores y menores, producidas en diferentes civilizaciones a lo largo de varios siglos, y dedicadas a diversas áreas del quehacer humano, en el siglo XVII aparecen los primeros estudios específicos sobre la percepción y la comprensión, como procesos del pensamiento involucrados en la educación (Descartes R, 1644; Locke J., 1690, 1693; Hume, D., 1748; Tully, J., 1993; Gaukroger S., 1995).

Más allá de la percepción y la comprensión como procesos mentales, en forma general, Descartes le aportó fundamentos al racionalismo y a la dualidad mente-cuerpo, siendo el primero en señalar una estructura cerebral, la glándula pineal, como el puente de una conexión entre la mente y el cuerpo. Por otra parte, la obra de Locke introdujo el empirismo como un pilar del método científico. Y por su parte, Hume, profundizó en el empirismo mediante el escepticismo, mostrando cómo la mente construye la realidad a partir de percepciones, lo que conecta con la necesidad de formar un pensamiento crítico.

Todos estos aportes enriquecieron la idea de que la educación debe formar un pensamiento crítico basado en hábitos y experiencia práctica, que reconozca los límites del conocimiento humano.

Podemos sintetizar la evolución del pensamiento desde Sócrates hasta Hume y la forma en que termina integrándose en las Neurociencias e impactando la educación, de la siguiente forma. Sócrates aporta el método mayéutico en el cual, el conocimiento surge del diálogo y la reflexión crítica. Con ello impacta en la educación al mostrar la enseñanza como proceso activo, basado en preguntas y respuestas, y tiende un puente hacia las Neurociencias mediante la idea de que el aprendizaje transforma la mente, antecedente importante de la noción de plasticidad cognitiva.

Por su parte, Platón aporta la teoría de las ideas, en la que el conocimiento verdadero está más allá de lo sensible, lo que coloca a la educación como el camino hacia la verdad y la justicia, e introduce la noción de estructuras internas que guían el pensamiento, comparables a los modelos mentales y las redes neuronales propuestas por las Neurociencias. Y Aristóteles introduce el empirismo inicial con su idea de que el conocimiento surge a partir de la experiencia y la observación, señalando que para lograr tal objetivo, la educación debe procurar la formación integral del carácter y la virtud. Adicionalmente, al estudiar la mente como función del cuerpo, se convierte en precursor de la psicología científica.

Posteriormente, con un intervalo de 16 siglos, aparece Descartes quien, por una parte, propone la duda metódica y el razonamiento lógico como pilares del conocimiento y por otra, considera la mente como una sustancia pensante y distinta del cuerpo, con lo que abre el debate sobre la relación entre el cerebro y la consciencia, vigente hasta hoy. Casi un siglo después, John Locke señala la mente como una tabla rasa que va siendo moldeada por la experiencia, anticipando así la idea de neuroplasticidad y poniendo de relieve la importancia de la práctica y la formación de hábitos. A Locke le sucede David Hume, quien en su empirismo radical propone que la mente se construye como una asociación de impresiones e ideas, ante lo que promueve como balance necesario el pensamiento crítico y la consciencia de los límites del

conocimiento. Esta visión de la mente como un conjunto de procesos asociativos se conecta con teorías modernas de redes neuronales y aprendizaje.

Puede decirse que, lo que comenzó como reflexión filosófica sobre la mente y el conocimiento hoy se ha traducido en evidencia científica sobre cómo el cerebro aprende y cambia. Sin embargo, el camino necesitó también de hallazgos en el campo biomédico. Entre ellos destaca la aparición de la primera noción sobre la bioelectricidad (Galvani L., 1791), obtenida a partir de estudios sobre músculo y tejido nervioso de modelos animales. Mientras los estudios filosóficos sobre la percepción aportaban fundamentos conceptuales e implicaciones conductuales de tal capacidad del ser humano, la noción de bioelectricidad en nervios y músculos abrió expectativas sobre las funciones ocultas detrás de aquella nueva propiedad hallada en dichos tejidos, sugiriendo que era mediante electricidad que el nervio gobernaba al músculo y que este lograba su función contráctil. Los fascinantes hallazgos de Galvani vincularon electricidad y vida, impulsaron el desarrollo de la pila voltaica e impactaron las Neurociencias al iniciar la Neurofisiología, una de sus disciplinas más apasionantes (Piccolino, M. 1997). Por otra parte, impactaron la educación con el hecho de que sus experimentos son ejemplo histórico de cómo la observación y la experimentación transforman teorías científicas, lo que es útil para enseñar el método científico y la relación entre biología y física.

Ya en el siglo XIX, desde la filosofía y la psicología se produjeron los primeros estudios generales sobre la conducta humana, destacándose Wundt y Pavlov quienes, por una parte, sentaron las bases para un estudio científico de la conducta (Wundt, W., 1874; Alcantarilla et al, 2023) y, por otra, aportaron conocimiento sobre formas simples de aprendizaje como el condicionamiento clásico, dando origen con ello a la corriente conductista (Pavlov I. P., 1897, 1927; Corbin J. A., 2025). Wundt estableció la psicología como disciplina experimental, con énfasis en la introspección controlada y el estudio de la conciencia, mientras que Pavlov demostró cómo los reflejos condicionados explican el aprendizaje asociativo, influyendo en el conductismo y en la educación. Por otra parte, William James, compiló saberes respecto de la conducta

humana enfocados en su sentido práctico para la vida, dando origen con ello al pragmatismo (James W, 1890, 1907).

Como precursor de lo que hoy se ha planteado en innumerables debates sobre Educación y Neurociencias, James aplicó la Psicología a la Educación, anticipando la Neuroeducación (James W., 1899) y, al profundizar también en el empirismo radical propuesto por Hume y resaltar la importancia de la experiencia inmediata, propuso por primera vez una tesis en la que el cambio de actitud era la base para el cambio de todo el devenir de la vida de un ser humano (James W., 1912).

En paralelo, desde la biomedicina, aparecen Camilo Golgi y Santiago Ramón y Cajal, considerados fundadores de la neurociencia moderna. Golgi desarrolló la técnica de tinción con cromato de plata o “reacción negra” (Golgi C., 1873), mientras que Cajal la perfeccionó para demostrar la individualidad de las neuronas, formulando la doctrina neuronal (Ramon y Cajal S., 1894) que contravenía la idea establecida de que el tejido nervioso era una masa acelular. Ambos científicos compartieron el premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1906, pero mientras Golgi presentó un discurso defendiendo su teoría de que el sistema nervioso era una red continua, Ramón y Cajal describió la célula nerviosa con sus extensiones (axón y dendritas), y propuso que estaban conectadas entre sí, sentando las bases de la teoría del conexionismo neuronal, que aportaba una base sólida para explicar el funcionamiento parcial y global del cerebro en la producción de sus funciones (Golgi C., 1906; Ramón y Cajal S., 1906).

Así, la técnica de Golgi y la interpretación de Cajal marcaron el nacimiento de la neurociencia moderna, contribuyendo sólidamente con la relación cerebro–mente y la educación con base científica. Por la misma época, Waller marcó otro momento clave de las Neurociencias con en el descubrimiento de la degeneración axonal o “degeneración walleriana”, y la subsecuente reparación del axón luego de ser lesionado, lo que aportó la primera noción de reparación del tejido nervioso, enriqueciendo los aspectos estructurales de la neurofisiología (Waller A. V., 1851).

Pasando de los estudios en modelos celulares a los de modelos animales, en el mismo siglo

XIX, Darwin aporta la observación sistematizada de los actos que componen la conducta de múltiples especies animales, entendiendo el comportamiento como producto de la selección natural (Darwin C., 1839, 1859). Sus estudios condujeron al desarrollo de una metodología de registro y análisis de la conducta de las especies animales y del ser humano (Darwin C., 1872), que luego sería aplicada a la conducta humana con el desarrollo de la Etología (Burkhardt, R. W., 2005).

Finalmente, podemos señalar otro hito histórico dado por los aportes de Harrison en la investigación moderna de circuitos corticales y plasticidad neuronal, con sus técnicas para el mapeo de la corteza cerebral (Ayling, O. G. S., Harrison, T. C., et al, 2009; Harrison T. C., et al 2012, 2013). Este autor representa la neurociencia moderna, con la integración de técnicas optogenéticas, de neuroimagen y de modelos animales, para estudiar la plasticidad neuronal y la recuperación funcional. Aunado a los hallazgos en modelos celulares y animales anteriormente descritos, la medicina había venido acumulando casos de pacientes con afectación cerebral que conducía a la pérdida de diversas funciones corporales o, a la muerte. Sin embargo, había casos que, si bien no conducían a la pérdida funcional evidente, si producían alteraciones conductuales profundas. El caso de Phineas Gage es considerado un hito fundacional en neurociencia porque mostró cómo una lesión cerebral podía alterar la personalidad y la conducta, aportando evidencia temprana de la relación entre cerebro y mente (Harlow, 1868). En el informe original, Harlow describe los cambios de personalidad tras la lesión frontal y, posteriormente, Ferrier utilizó el caso de Gage como evidencia de la localización funcional en el córtex prefrontal, reforzando la idea de que esta región está vinculada al control de la conducta y la personalidad (Ferrier, 1878).

Un siglo después, Damasio y colaboradores realizaron un estudio en el que se utilizaron técnicas modernas de neuroimagen para reconstruir la trayectoria de la barra metálica y confirmar el daño en áreas del córtex prefrontal ventromedial, vinculadas a la toma de decisiones y el control social (Damasio et al, 1994). Y ya en la década pasada, García-Molina revisó la historia clínica y el impacto del caso de Phineas Gage en la comprensión

del córtex prefrontal, destacando su papel en funciones ejecutivas y regulación emocional (García-Molina, 2012).

El estudio sistemático de múltiples casos como el de Phineas Gage, le ha permitido a las Neurociencias hacer aportes que han fortalecido la relación cerebro-mente. Por ejemplo, los cambios de personalidad como el presentado por Gage, que pasó de ser responsable y respetado a impulsivo e irreverente, muestran que la mente no es independiente del cerebro. Por otra parte, casos como este apoyan la hipótesis de que áreas específicas del cerebro, como la corteza prefrontal, regulan funciones ejecutivas, sociales y emocionales. Finalmente, este ejemplo histórico y muchos otros, fundamentan la importancia de comprender cómo la estructura y función cerebral influyen en el aprendizaje, la toma de decisiones y la conducta, aportando bases para la neuroeducación.

Desde los diálogos socráticos y las reflexiones de Aristóteles sobre el alma, pasando por los experimentos de Galvani, las observaciones de Cajal y las descripciones de casos como el de Phineas Gage, la historia de la relación cerebro-mente ha sido la de una búsqueda y descubrimiento continuos. En el siglo XX, Donald Hebb dio un salto decisivo al modificar la regla de la estabilidad sináptica y sustituirla por la de la plasticidad sináptica, mostrando cómo la experiencia moldea la fuerza de las conexiones neuronales (Hebb D. O., 1949).

Por su parte, Eric Kandel profundizó este camino al demostrar que la memoria tiene una base molecular, en el que ciertos productos de las sinapsis podían activar cambios en la expresión de genes, traduciendo la experiencia en aprendizaje mediante cambios estructurales duraderos en el cerebro (Kandel E. R., 2001). Finalmente, Michael Gazzaniga llevó la neurociencia cognitiva hacia la reflexión ética y social, mostrando que comprender el cerebro no solo ilumina la mente, sino también la educación, la cultura y la responsabilidad humana (Gazzaniga M. S., 2005). Así es como la tradición filosófica, la investigación biomédica y la medicina clínica se fusionan en las Neurociencias, campo que se convierte en un conjunto inter y transdisciplinario de ciencia aplicada a múltiples contextos humanos, heredera y continuadora de aquel largo

recorrido iniciado hace más de dos milenios y desde tan diversas fuentes de conocimiento.

Objetivos de estudio de las neurociencias

Originalmente las Neurociencias buscaron entender procesos neurales simples como la percepción y la motricidad, pero gradualmente se enfocaron en procesos más complejos, como memoria, aprendizaje y conciencia. En forma general, las Neurociencias buscan entender cómo el cerebro produce la conducta humana y su marcada individualidad (Kandel E. R. et al, 2005), y en ello nos hemos encontrado con evidencia de que la conducta tiene al aprendizaje como eje central, articulador de todas las funciones de control neural que ejerce nuestro cerebro sobre nuestro cuerpo y sobre el entorno (Labrador R. y Méndez G., 2020; Labrador R., 2021).

Componentes del aprendizaje

Motivación. La motivación es el primer componente de este proceso de aprendizaje constante que subyace en nuestro comportamiento. La conducta motivada se produce ante necesidades de equilibrio metabólico que cada cierto tiempo requieren ser satisfechas, tales como hambre, sueño, libido y confort. Los primeros trabajos realizados en modelos animales mostraron que existían circuitos neuronales cuya estimulación eléctrica iniciaba una sensación placentera (recompensa) similar a la que producía la satisfacción de las necesidades mencionadas (Olds & Milner 1954). Una década antes del descubrimiento de los circuitos de la recompensa por Olds y Milner, Maslow presenta por primera vez una teoría sobre la jerarquía de necesidades humanas, organizada en niveles: fisiológicas, seguridad, afiliación, estima y autorrealización (Maslow A., 1943).

En trabajos posteriores se consideró que las llamadas necesidades superiores (afiliación, estima y autorrealización) podían fundamentarse como necesidad de aceptación y reconocimiento (Toates F., 1986; Boeree, G., 2003), con capacidad de activar los circuitos de la recompensa de una forma equivalente a las necesidades de equilibrio metabólico, lo que rebatía el orden jerárquico propuesto por Maslow (Mahmoud, A.W. y Lawrence G.B., 2004; Labrador R., 2020).

Entre tanto, otras investigaciones demostraron el importante papel de la dopamina en el funcionamiento de los circuitos de la recompensa (Wise R. A. 1978), y el control cerebral desde el hipotálamo del ritmo con el que aparecen estas necesidades (Loewy, A.D. y Spyer, K.R., 1990). Más recientemente, otros estudios han aportado evidencia de que el proceso inicia con una fase de estrés y atención (motivación), y termina con la recompensa (Berridge K. C., and Robinson T. E. 1998). Finalmente, hemos observado que la conducta motivada tiene una secuencia que comienza con un tipo de estrés que permite fijar la atención (estrés atencional), continúa con la activación de conductas para satisfacer la necesidad (conducta de logro), y finaliza con una sensación de placer combinado con ausencia de estrés, estado que se conoce como placidez, y constituye la recompensa más buscada por todo ser humano (Labrador R., 2020).

La secuencia de subprocesos dentro de la motivación nos ha permitido entender que, si durante nuestro comportamiento ocurre aprendizaje, este sólo se da cuando se ha activado un proceso atencional ante información importante que se identifica como recompensa potencial, lo cual activa los otros dos subprocesos y abre la puerta a la experiencia emocional y la memoria de largo plazo (Labrador, R. y Méndez, G., 2024).

Emoción. Es así como desde la recompensa se puede activar un proceso emocional. El primer correlato organizado sobre la emoción y las estructuras del encéfalo que permitían su funcionamiento fue señalado por Papez, quien propuso que las emociones no eran solo fenómenos corticales, sino que dependían de un circuito anatómico específico, hoy conocido como circuito de Papez. Este circuito incluyó el hipocampo, el fórnix, los cuerpos mamilares, el tálamo anterior y la corteza cingulada, conectados en un bucle funcional. Según Papez, la interacción entre estas estructuras permitía integrar la experiencia emocional con la memoria y la expresión conductual (Papez, J.W., 1937).

Sobre esa sólida base, en otros estudios quedó claro que la información que captamos del ambiente y del propio cuerpo durante una experiencia puede, luego de la activación de conductas motivadas, desencadenar un proceso emocional según se logre o no una recompensa,

y según la cualidad de esa recompensa (Canon, W.B., 1927; Damasio, A.R., 1994). Esta experiencia emocional contiene una primera respuesta primitiva o expresión emocional, mediada por amígdala e hipotálamo y compuesta de cambios viscerales y endocrinos, así como de comportamientos en consecuencia (conación inicial) (Loewy, A.D. y Spyer, K.R., 1990; LeDoux, J.E., 1992). Debe notarse que esta respuesta primitiva es instantánea, involuntaria y similar para emociones displacenteras o placenteras.

De forma casi simultánea a la respuesta primitiva, la información ambiental y corporal llega a la corteza cerebral de asociación, en la que se elabora un relato subjetivo cuya premisa es satisfacer las expectativas propias y las del entorno, aportando los elementos de afectividad y cognición (Damasio, A.R., 1994; Kandel E. R. et al, 2005; Labrador R., 2020). Posteriormente, en la amígdala se activan circuitos de reentrada que evocan la experiencia a través de conexiones con los núcleos de la base y la corteza prefrontal, recreándola en un proceso donde se modifica en mayor o menor medida, lo que permite su eventual transformación en un relato más objetivo, así como posibles nuevas acciones que complementan la conación inicial de la respuesta primitiva (Kandel E. R. et al, 2005; Labrador R., 2020).

Memorias y Aprendizaje. la evocación de la experiencia emocional subjetiva también permite su consolidación como memoria de largo plazo (Milner B., 1985; LeDoux J. E., 1994). De los trabajos pioneros sobre la memoria vale destacar la investigación clínica realizada por Brenda Milner en pacientes con lesiones hipocámpales, que permitió establecer el papel central del hipocampo y los lóbulos temporales en la consolidación de recuerdos conscientes, a los que denominó memoria declarativa, y de otras estructuras como los núcleos basales y el cerebelo, en el aprendizaje de habilidades motoras y hábitos, lo que denominó memoria procedimental (Milner B., 1985).

Como se señala al inicio de este párrafo, la recreación de la experiencia emocional subjetiva mediante conexiones de la amígdala con los núcleos de la base y la corteza prefrontal, lleva a una experiencia más objetiva, pero a su vez se constituye en un proceso emocional que ayuda a consolidar esta

experiencia en la memoria de largo plazo, porque permite una estimulación de alta frecuencia y en forma simultánea desde diferentes sitios hacia el hipocampo (LeDoux J. E., 1994; Kandel E. R., 2001).

Requisitos cognitivos del aprendizaje

En el contexto de los procesos revisados anteriormente, nos hemos encontrado con la idea de que la conducta humana se construye sobre un proceso continuo de aprendizaje, en el cual se modifican comportamientos mientras se adquieren competencias cognitivas como el lenguaje o el meta-aprendizaje (Bates E., 1992, 1999; Labrador R. y Méndez G., 2020). Pero para que ocurra aprendizaje existen ciertos procesos cognitivos que, si bien pueden ocurrir en el entorno natural del ser humano, no siempre están presentes durante el ejercicio de enseñanza en un salón de clase. En ese sentido, en numerosos estudios se ha señalado la pertinente necesidad de un acercamiento entre la Educación y las Neurociencias, en el que se construyan puentes interactivos y se cierren brechas de conocimiento en torno al hecho de que las Neurociencias aportan un nuevo nivel de comprensión del aprendizaje, que seguramente fortalece las aproximaciones pedagógicas previas (Benarós S. et al, 2010; Labrador R. y Méndez G., 2021; 2024).

En ese sentido, estudios relacionados han señalado los requisitos cognitivos del aprendizaje como elementos que el docente debe procurar en el diseño de sus estrategias pedagógicas y herramientas didácticas (Araya, S. y Espinoza, L., 2020; Labrador R., 2020; Bodoque-Osma, A. y González-Víllora, S. 2021). De acuerdo con nuestra visión neurocognitiva actual, dichos requisitos se relacionan en una secuencia que inicia con la atención, cuya activación requiere que los contenidos puedan ser identificados por el estudiante como recompensa válida o como facilitadores de esta. Un adicional que contribuye ostensiblemente a activar el proceso atencional del estudiante, es la presentación del contenido en forma novedosa y de estimulación multisensorial.

Una vez captada la atención, es importante que los estudiantes dispongan de medios que les permitan construir memorias de trabajo, lo que ocurre cuando se aparea información sensorial con una contraparte motora hablada o escrita. En este sentido, el docente debe procurar que

en su planificación haya espacio y actividades que permitan y promuevan esta asociación sensorio-motriz. Con la creación de memorias de trabajo, deberían aparecer conductas de logro que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje. Para este componente, se recomienda que el docente verifique si sus estudiantes poseen en su haber conductas de este tipo para, en caso negativo, procurar su entrenamiento en las mismas.

En el aula o en el entorno de aprendizaje, las conductas de logro a las que nos referimos son aquellas que permitan asociar entre si las memorias de trabajo relativas a los contenidos, con estrategias lógicas o intuitivas o, una mezcla de ambas cuando sea el caso. Con lo anterior, se activa la recompensa y esto activa, a su vez, una valoración emocional que guarda la experiencia en memoria de largo plazo (Thomas M. et al, 2019; Labrador R., 2020). La evocación posterior de esta experiencia emocional subjetiva, puede modificarla y transformarla en una experiencia más objetiva y consciente por lo que, llevado al aula y a la experiencia de aprendizaje, se recomienda al docente procurar espacios de retroalimentación final que promuevan la concientización y consolidación de la misma.

Conclusiones

La literatura revisada y la evidencia empírica que aún tenemos en estado preliminar, nos ha permitido ver que, a lo largo de la historia, los aportes desde la filosofía, la psicología y la investigación biomédica, han permitido sustentar gradualmente la existencia de una relación entre el cerebro como órgano y la mente como noción, relación que se constituye en la esencia fundacional de las Neurociencias.

Aunque al principio se estudiaran las funciones sensoriales y motoras simples, progresivamente las Neurociencias se adentraron en el estudio de funciones complejas como memoria-aprendizaje, lenguaje y consciencia, estableciendo el objetivo general de entender como es que el cerebro produce la marcada individualidad visible en la conducta, con base en unos procesos cognitivos subyacentes, similares para todo ser humano.

La evidencia también muestra que la conducta humana ocurre alrededor de un proceso de aprendizaje continuo, en el que se modifican

conductas mientras se adquieren competencias cognitivas; un proceso con base neural que requiere motivación con sus tres elementos: atención, conducta de logro y recompensa; y requiere también activación de la valoración emocional de la experiencia, para la conversión de memorias de trabajo en memoria de largo plazo.

Finalmente, este nuevo nivel de comprensión del aprendizaje que nos ha aportado las Neurociencias nos lleva a reconocer la necesidad de un acercamiento entre éstas y la Educación, en el que se construyan puentes de comunicación bidireccional y se cierren brechas de conocimiento, con el propósito de fortalecer la enseñanza y la labor educativa.

REFERENCIAS

- Alcantarilla, L., García Valls, J. M., & García Alcarria, E. (2023). Memorias de un laboratorio: Wilhelm Wundt y la psicología experimental. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 86(2), 123–134.
- Araya, S. y Espinoza, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Monográfico: Recursos y sistemas educacionales en el rendimiento académico. Propósitos y Representaciones*, Enero – Abril 8 (1). <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Ayling, O. G. S., Harrison, T. C., Boyd, J. D., Goroshkov, A., & Murphy, T. H. (2009). Automated light-based mapping of motor cortex by photoactivation of channelrhodopsin-2 transgenic mice. *Nature Methods*, 6(3), 219–224.
- Bates, E. (1992). Language development. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2: 180-185.
- Bates, E. (1999). Plasticity, localization and language development. In S. Broman & J.M. Fletcher (Eds.): *The changing nervous system: Neurobehavioral consequences of early brain disorders*, 214-253. New York: Oxford University Press.
- Benarós, S., Lipina, S., Segretin M., Hermida M., Colombo, Jo. (2010). Neurociencia y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Neurología*, 50: 179-86.
- Bodoque-Osma, A. y González-Víllora, S. (2021). Neuroeducación: ayudando a

- aprender desde las evidencias científicas. Madrid: Morata.
- Berridge, K. C., & Robinson, T. E. (1998). What is the role of dopamine in reward: Hedonic impact, reward learning, or incentive salience? *Brain Research Reviews*, 28(3), 309–369.
- Boeree, G. (2003). *Teorías de la personalidad, de Abraham Maslow*. Rafael Gautier (Traductor). Barcelona: Panamericana.
- Brickhouse, T. C., & Smith, N. D. (2002). *The Trial and Execution of Socrates: Sources and Controversies*. Oxford: Oxford University Press
- Burkhardt, R. W. (2005). *Patterns of Behavior: Konrad Lorenz, Niko Tinbergen, and the Founding of Ethology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Calvo Martínez, J (1997) *Platón. Apología de Sócrates*. En J. Calvo Martínez (Ed. y Trad.). Madrid: Gredos.
- Canon, W.B. (1927). The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory. *Ann. J. Psychol*, 39, 106-124.
- Corbin, J. A. (2025). Iván Pávlov: biografía de este referente del conductismo. *Biografías Filosofía*.
- Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., & Damasio, A. R. (1994). The return of Phineas Gage: Clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, 264(5162), 1102–1105.
<https://doi.org/10.1126/science.8178168>
- Damasio, A.R. (1994). *Descartes' Error. Emotion, Reason and the Human Brain*. New York: Plenum.
- Darwin, C. (1839). *Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries Visited during the Voyage of H.M.S. Beagle [El viaje del Beagle]*. London: Henry Colburn.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. London: John Murray.
- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray.
- Descartes, R. (1644). *Principia philosophiae*. Amsterdam: Louis Elzevier.
- Ferrari, G. R. F. (2007). *The Cambridge Companion to Plato's Republic*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ferrier, D. (1878). *The Functions of the Brain*. London: Smith, Elder & Co.
- Galvani, L. (1791). *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*. Bologna: Tipografia Instituti delle Scienze.
- García-Molina, A. (2012). Phineas Gage y el enigma del córtex prefrontal. *Neurología*, 27(6), 370–375. DOI: 10.1016/j.nrl.2010.07.015.
- Gaukroger, S. (1995). *Descartes: An Intellectual Biography*. Oxford: Clarendon Press.
- Gazzaniga, M. S. (2005). *The Ethical Brain*. New York: Dana Press.
- Golgi, C. (1873). *Sulla struttura delle cellule nervose*. *Rivista sperimentale di freniatria e di medicina legale*.
- Golgi, C. (1906). *La doctrina reticular del sistema nervioso*. *Discurso Nobel*.
- Harlow, J. M. (1868). Recovery from the passage of an iron bar through the head. *Publications of the Massachusetts Medical Society*, 2, 327–347.
- Harrison, T. C., Ayling, O. G. S., & Murphy, T. H. (2012). Distinct cortical circuit mechanisms for complex forelimb movement and motor map topography. *Neuron*, 74(2), 397–409. → Estudio sobre circuitos corticales y control motor.
- Harrison, T. C., Silasi, G., Boyd, J. D., & Murphy, T. H. (2013). Displacement of sensory maps and disorganization of motor cortex after targeted stroke in mice. *Stroke*, 44(8), 2300–2306. → Investigación sobre plasticidad cortical y reorganización tras daño cerebral.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. New York: Wiley.
- Hume, D. (1748). *An Enquiry Concerning Human Understanding*. Londres: A. Millar.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. New York: Henry Holt.
- James, W. (1899). *Talks to Teachers on Psychology and to Students on Some of Life's Ideals*. New York: Henry Holt.
- James, W. (1907). *Pragmatism: A New Name for Some Old Ways of Thinking*. New York: Longmans, Green & Co.
- James, W. (1912). *Essays in Radical Empiricism*. New York: Longmans, Green & Co.
- Kandel, E. R. (2001). *The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialogue*

- Between Genes and Synapses. *Science*, 294(5544), 1030–1038.
- Kandel, E., Jessell, T., y Schwartz, J. (2005). *Neurociencia y conducta*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Labrador R., Méndez G. (2020). Funcionamiento neural para el aprendizaje: modelo neurocognitivo del lenguaje. Encuentro Nacional de Docentes e Investigadores de la Lingüística, ENDIL, 2020. Caracas, Venezuela.
- Labrador R. (2020). Elementos neurofisiológicos constructores de la conducta en el niño y el adolescente. Una mirada al proceso de enseñanza-aprendizaje desde la neurociencia. *Revista Acción Pedagógica*: Vol. 028, No. 1, 70-82
- Labrador, R. y Méndez, G. (2021). “De las neurociencias a la educación: un puente en construcción” (Entrevista). *Educere*, 80 (25), Enero-Abril, 2021.
- Labrador, R. y Méndez, G. (2024). Las neurociencias y la educación. Fusión de dos discursos en un propósito, el aprendizaje (Entrevista). *Educere*, 91, Septiembre-Noviembre, 2024
- LeDoux, J.E. (1992). *Emotion and the Amygdala*. London, Wiley-Liss Press.
- LeDoux, J.E. (1994). Emotion, Memory and the Brain. *Scientific American*, 270 (6), 50-57.
- Locke, J. (1690). *An Essay Concerning Human Understanding*. Londres: Thomas Basset.
- Locke, J. (1693). *Some Thoughts Concerning Education*. Londres: Awnsham Churchill.
- Loewy, A.D. and Spyer, K.R. (1990). *Central Regulations on Autonomic Functions*. New York: Oxford University Press.
- Mahmoud, A.W. y Lawrence G.B. (2004). Maslow reconsidered: A review of research on the need hierarchy theory. Baruch College, The City University of New York USA
- Maslow, A. H. (1943). A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370–396.
- Milner, B. (1985). Memory and the human brain. In: *How We Now*. Shaffo M. San Francisco: Harper and Row.
- Olds, J., & Milner, P. (1954). Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47(5), 419–427.
- Papez, J.W. (1937). “A proposed mechanism of emotion”. En *Neurol. Psychiatry* 38: 725-743.
- Pavlov, I. P. (1897). *Lectures on the Work of the Digestive Glands*. San Petersburgo.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned Reflexes*. Oxford University Press.
- Piccolino, M. (1997). Luigi Galvani and animal electricity: Two centuries after the foundation of electrophysiology. *Trends in Neurosciences*, 20(9), 443–448. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(97\)01147-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(97)01147-9)
- Ramón y Cajal, S. (1894). *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*. Madrid: Imprenta y Librería de Nicolás Moya.
- Ramón y Cajal, S. (1906). *La estructura del sistema nervioso*. Discurso Nobel.
- Shields, C. (2014). *Aristotle*. London: Routledge.
- Thomas, M, Ansari, D. & Knowlan, V. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 60:4, 477–492.
- Toates, F. (1986). *Motivational Systems*. Cambridge, England. Cambridge University Press.
- Tully, J. (1993). *An Approach to Political Philosophy: Locke in Contexts*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wise, R. A. (1978). Catecholamine theories of reward: A critical review. *Brain Research*, 152(2), 215–247.
- Wundt, W. (1874). *Grundzüge der physiologischen Psychologie [Principios de psicología fisiológica]*. Leipzig: Engelmann.