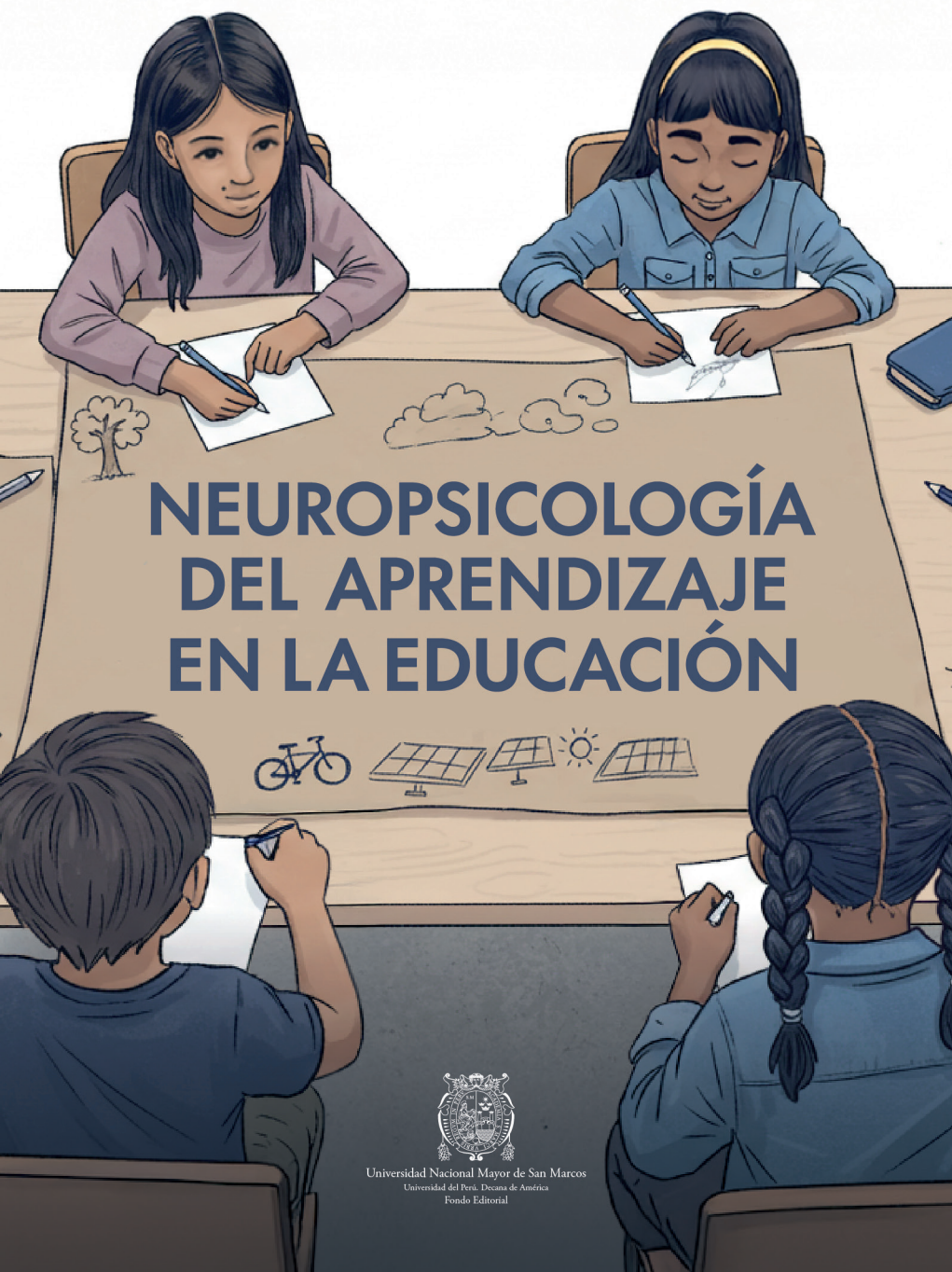


ISABEL MENACHO VARGAS

JULIA TEVES QUISPE



NEUROPSICOLOGÍA DEL APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Fondo Editorial

NEUROPSICOLOGÍA DEL APRENDIZAJE
EN LA EDUCACIÓN

ISABEL MENACHO VARGAS
JULIA TEVES QUISPE

Neuropsicología del aprendizaje en la educación



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Fondo Editorial

Menacho Vargas, Isabel y Julia Teves Quispe

Neuropsicología del aprendizaje en la educación / Isabel Menacho Vargas y Julia Teves Quispe. 1.^a ed. digital. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2025.

165 pp.; 13.5 x 21 cm

Neurociencia / atención / memoria / neuropsicología / neuroeducación

ISBN 978-9972-46-778-3

Depósito legal n.º 2025-09189

Primera edición digital
Lima, diciembre de 2025

© Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Fondo Editorial

Av. Germán Amézaga n.º 375, Ciudad Universitaria, Lima, Perú

(01) 619 7000, anexos 7529 y 7530

fondoedit@unmsm.edu.pe

© Isabel Menacho Vargas y Julia Teves Quispe

Dirección General de Bibliotecas y Publicaciones

Eduardo Maximiliano Vásquez Monge, director

Dirección del Fondo Editorial y Librería

Juan Antonio Bazán Chávez, director

Cuidado de edición

Juan Antonio Iván Adrianzén Sandoval

Corrección de estilo y diagramación de interiores

Josseline Vega Vicente, Rodrigo Galloso Cossios, Selene Chiroque Inga y
Raúl Huerta Bayes

Diseño de cubierta

Angello Chirinos Villanueva

Impreso en el Perú / *Printed in Peru*

Queda prohibida la reproducción total o parcial de la presente edición, bajo cualquier modalidad, sin la autorización expresa de la titular de los derechos.

Índice

Introducción	9
--------------	---

PARTE I

La neuropsicología del aprendizaje / 11

1. La neurociencia y sus aplicaciones al aprendizaje	11
2. El aprendizaje	20
2.1. Actividad nerviosa superior	28
2.2. Dispositivos básicos de aprendizaje	33
2.3. Funciones cerebrales superiores	39
2.4. Equilibrio afectivo emocional	44
3. Los dispositivos del aprendizaje	57
3.1. Sensopercepción	61
3.1.1. Formas de organización de las sensaciones	65
3.1.2. Formas de organización de las percepciones	70
3.2. Motivación	79
3.2.1. Clases de conductas motivadas	81
3.2.2. Fundamentos biológicos de la motivación	84
3.2.3. El apego y la motivación	86
3.3. Habitación	91
3.4. Atención	96
3.4.1. Fundamentos biológicos de la atención	100
3.5. Memoria	105
4. Neurociencia, cognición y conducta	111
5. Neurociencia cognitiva	119
6. Neuropsicología de Luria y Vygotsky	124

PARTE II
Perspectivas de la neuroeducación / 131

7. Neuroeducación	131
8. Ciencia cognitiva, neurociencia y educación	136
9. Realidad aumentada y medios digitales basados en neurociencia para la educación	143
10. Neuroeducación en el aula	148
Referencias bibliográficas	155

Introducción

En el vasto campo del aprendizaje, la comprensión de los procesos cerebrales subyacentes ha sido objeto de intenso estudio y fascinación. La neuropsicología del aprendizaje, una disciplina que amalgama la neurociencia y la psicología, ha emergido como una ventana hacia los mecanismos fundamentales que impulsan nuestra capacidad para adquirir conocimiento y desarrollar habilidades.

En este libro, exploraremos los intrincados vínculos entre el cerebro y el aprendizaje, navegando por las teorías cognitivas y algunas de las investigaciones de los representantes de las teorías del aprendizaje. A través de una mirada objetiva e impersonal, examinaremos los diversos dispositivos y procesos involucrados en el aprendizaje, desglosando la complejidad de la actividad nerviosa superior, su relación con las funciones cerebrales superiores y la importancia del equilibrio afectivo emocional en el aprendizaje.

Desde las formas de organización de las sensaciones hasta los fundamentos biológicos de la motivación, cada capítulo de este libro busca brindar una visión integral de la neuropsicología del aprendizaje. Exploraremos la importancia de la atención, de la memoria y de la habituación, tres pilares fundamentales en la adquisición y retención de información, y examinaremos cómo la neurociencia cognitiva, junto con las teorías de Luria y Vygotsky, ha moldeado nuestra comprensión de la mente y su conexión con la educación.

Además, exploraremos las innovadoras perspectivas que la neuroeducación ha aportado al panorama educativo actual, examinando el papel de la ciencia cognitiva y la neurociencia

en el aula. También analizaremos la creciente influencia de la realidad aumentada y los medios digitales basados en la neurociencia, y cómo estos recursos pueden potenciar la experiencia de aprendizaje.

En última instancia, *Neuropsicología del aprendizaje en la educación* busca ofrecer una síntesis completa de los avances científicos y de las perspectivas teóricas más relevantes en el ámbito de la neuropsicología del aprendizaje. Con un enfoque objetivo y accesible, este libro se dirige tanto a profesionales y estudiantes en el campo de la educación y la psicología como a cualquier persona interesada en comprender los procesos cerebrales que sustentan nuestra capacidad de aprender y crecer. Prepárese para embarcarse en un fascinante viaje hacia el interior de la mente y descubrir los secretos ocultos detrás del aprendizaje humano.

PARTE I

La neuropsicología del aprendizaje

1. La neurociencia y sus aplicaciones al aprendizaje

En el siguiente capítulo, exploraremos la fascinante intersección entre la neurociencia y la educación, dos campos que convergen para desentrañar los misterios del aprendizaje humano. La neurociencia, como rama científica dedicada al estudio del cerebro y el sistema nervioso, ha experimentado avances notables gracias al desarrollo de tecnologías que permiten investigar en tiempo real la actividad cerebral. Este conocimiento ha tenido un impacto significativo en la comprensión del aprendizaje, influenciando teorías pedagógicas históricas y ofreciendo nuevas perspectivas sobre cómo adaptar la educación para maximizar su eficacia. Descubrimientos sobre la plasticidad cerebral, la formación de conexiones neuronales y la estimulación adecuada del cerebro han allanado el camino para estrategias pedagógicas basadas en la neurociencia, como la educación tecnológica y la enseñanza personalizada. En este contexto, la neurociencia proporciona un fundamento científico para diseñar enfoques educativos más efectivos y adaptados a las necesidades individuales, potenciando así el aprendizaje eficiente y significativo. Además, se explorarán los principios de aprendizaje del cerebro, que sirven como base para comprender cómo el cerebro procesa la información y cómo estos principios pueden influir en el diseño curricular, la enseñanza y la evaluación.

Como se comentó anteriormente, la neurociencia es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio del cerebro y el sistema nervioso. Esta es un área que ha avanzado mucho en las

últimas décadas gracias al desarrollo de nuevas técnicas que permiten estudios cerebrales en vivo y en directo. El conocimiento generado por la neurociencia encuentra importantes aplicaciones en el campo del aprendizaje, especialmente en el desarrollo de teorías sobre cómo aprender y cómo mejorar este proceso.

Por otro lado, son varias las teorías del aprendizaje que han surgido a lo largo de la historia de la pedagogía, algunas de las cuales han sido reforzadas y actualizadas por aportes de la neurociencia, por ejemplo, la teoría del condicionamiento clásico del fisiólogo ruso Iván Pavlov (1849-1936) y la teoría del condicionamiento operante del psicólogo americano Frederic Skinner (1904-1990) han sido ampliamente estudiadas. De manera similar, las teorías del procesamiento de la información, que postulan que el aprendizaje es el proceso de almacenar y recuperar información en la memoria, se han visto fortalecidas por los avances en el estudio de la memoria y las conexiones neuronales.

A partir de los avances de la neurociencia, sabemos que el cerebro es un órgano plástico, es decir, capaz de cambiar y adaptarse a las experiencias y los aprendizajes a lo largo de toda la vida. De acuerdo con la investigación realizada por Guadamuz, Miranda y Mora (2022), se describe la plasticidad cerebral o neuroplasticidad como un proceso mediante el cual el cerebro experimenta adaptaciones tanto en su estructura como en su funcionamiento. Este fenómeno se relaciona con la capacidad del sistema nervioso para ajustar su actividad como respuesta a estímulos que provienen tanto del interior como del exterior del cuerpo, logrando así reorganizar sus conexiones, funciones y estructuras después de haber sufrido algún tipo de lesión. Estas modificaciones pueden tener un impacto positivo al contribuir en la recuperación de la función después de una lesión, pueden ser neutrales sin generar cambios notables o incluso pueden resultar desfavorables.

La neurociencia ha identificado que el aprendizaje se produce a través de la formación y el fortalecimiento de las conexiones neuronales, demostrándose que la estimulación adecuada del cerebro puede promover el crecimiento de nuevas conexiones neuronales, conocidas como neuroplasticidad. Estos conocimientos han permitido el desarrollo de estrategias pedagógicas basadas en la neurociencia, que buscan mejorar el proceso de aprendizaje para hacerlo más efectivo y adaptado a las necesidades individuales de cada estudiante. Por ejemplo, la educación basada en la tecnología puede mejorar la calidad del aprendizaje y facilitar el acceso a la información. Los avances en neuroimagen han permitido identificar áreas específicas del cerebro que se activan durante el aprendizaje, lo que ha permitido el desarrollo de programas educativos basados en la estimulación de estas áreas para mejorar la eficacia del aprendizaje.

Otra estrategia basada en la neurociencia es la enseñanza personalizada, que consiste en adaptar el proceso de enseñanza a las necesidades y estilos de aprendizaje individuales de cada estudiante. Por ejemplo, la enseñanza basada en el aprendizaje visual o en la resolución de problemas pueden adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante, permitiéndoles aprender de manera más efectiva y significativa.

Es importante mencionar que la neurociencia brinda la oportunidad de entender cómo funciona el cerebro y cómo podemos adaptar la educación para mejorar nuestro proceso de aprendizaje. Al estudiar el cerebro desde una perspectiva científica y objetiva, se pueden identificar los mecanismos subyacentes que influyen en el aprendizaje humano. Esto proporciona una base sólida para desarrollar estrategias pedagógicas más efectivas y personalizadas, que se ajusten a las necesidades individuales de los estudiantes.

De esta manera, al entender cómo funciona el cerebro en el contexto educativo, se pueden implementar enfoques

y técnicas específicas que fomenten un aprendizaje más eficiente y significativo, lo que a su vez puede mejorar los resultados académicos y el desarrollo intelectual de los estudiantes. Además, con la aplicación de estrategias pedagógicas basadas en la neurociencia, podemos mejorar la eficacia de la educación y hacerla más adaptada a las necesidades individuales de cada estudiante.

Según el estudio realizado por Caine y Caine en 1997, el aprendizaje compatible con el cerebro es una teoría que cuenta con principios importantes que ayudan a comprender mejor cómo funciona el cerebro y cómo aprende. No obstante, a lo largo del tiempo, se han realizado revisiones y actualizaciones de dichos estudios. Estos principios de aprendizaje del cerebro sirven como fundamento para el pensamiento acerca del aprendizaje y dejan espacio para la nueva información que proviene de campos como la neurociencia, la psicología cognoscitiva, la teoría del estrés y la creatividad.

Salas (2003), traduce al español los doce principios de aprendizaje del cerebro postulados por Caine y Caine (1997) en su libro *Education on the Edge of Possibility*, principios que tienen implicaciones importantes para el currículo, la enseñanza y la evaluación, y que a continuación se presentan:

1. El cerebro es un complejo sistema adaptativo. El cerebro es un sistema altamente complejo y adaptable que funciona en múltiples niveles de manera interconectada, lo que permite la emergencia de propiedades que no se pueden entender si se analizan sus partes por separado.
2. El cerebro es un cerebro social. Nuestros cerebros están altamente influenciados por las relaciones sociales en las que nos encontramos, especialmente durante el primer y segundo año de vida, cuando están en su estado más flexible y receptivo, lo que

puede afectar nuestra identidad y forma de aprender a lo largo de la vida.

3. La búsqueda de significado es innata. Es fundamental para el cerebro humano y se refiere a tener un sentido de nuestras experiencias, lo que se orienta a la supervivencia y se dirige por nuestras metas y valores a lo largo de la vida.
4. La búsqueda de significado ocurre a través de «pautas». El cerebro tiene la capacidad de registrar lo familiar y responder a nuevos estímulos a través de la identificación de pautas, lo que lo convierte en un científico y artista, por lo tanto, una educación efectiva debe permitir a los alumnos formular sus propias pautas de entendimiento.
5. Las emociones son críticas para la elaboración de pautas. Las emociones y los estados mentales, como las expectativas, inclinaciones, prejuicios personales, autoestima y la necesidad de interacción social, tienen una gran influencia en el aprendizaje, ya que ambos se moldean mutuamente; por lo tanto, es fundamental crear un ambiente emocional adecuado para lograr una educación saludable.
6. Cada cerebro simultáneamente percibe y crea partes y todos. La distinción entre los hemisferios cerebrales es real, pero ambos interactúan en cada actividad y la doctrina del «cerebro dual» es útil para recordar que el cerebro reduce la información en partes y percibe la totalidad al mismo tiempo, algo que una buena educación debe reconocer al introducir proyectos e ideas globales desde el comienzo.
7. El aprendizaje implica tanto una atención focalizada como una percepción periférica. El cerebro absorbe información de todo el contexto sensorial, incluso más allá del foco de atención inmediato, por lo que

los educadores deben prestar atención a todas las facetas del entorno educativo, incluyendo las señales inconscientes que pueden influir en los estudiantes.

8. El aprendizaje siempre implica procesos conscientes e inconscientes. Este puede procesarse mucho después de la experiencia inicial. Los educadores pueden facilitar este procesamiento a través del diseño del contexto, la reflexión y las actividades metacognitivas para ayudar a los alumnos a expresar creativamente sus ideas, habilidades y experiencia.
9. Tenemos al menos dos maneras de organizar la memoria: la primera es la capacidad de nuestro cerebro para recordar información, se basa en sistemas taxonómicos motivados por premios y castigos. La segunda es una memoria espacial/autobiográfica que registra detalles de experiencias y está motivada por la novedad. Esto sugiere que el aprendizaje significativo, además, implica la combinación de ambos enfoques de memoria y organización, y almacenamiento diferencial de información significativa e insignificante.
10. El aprendizaje es un proceso de desarrollo. El desarrollo del cerebro es moldeado por la experiencia, aunque también hay secuencias de desarrollo predeterminadas en el niño, lo que explica por qué la introducción temprana de nuevas lenguas y artes es importante, y que no hay límite para el crecimiento y las capacidades de los seres humanos para aprender más, ya que las neuronas pueden reforzar nuevas conexiones a lo largo de toda la vida.
11. El aprendizaje complejo se incrementa por el desafío y se inhibe por la amenaza. El cerebro aprende óptimamente en un entorno desafiante y estimulante, pero se encoge ante una amenaza percibida, por lo

que se debe mantener una atmósfera de alerta relajada con bajo nivel de amenaza y alto nivel de desafío, y aunque el aprendizaje auténtico implica tensión y ansiedad, se deben crear oportunidades para una reorganización del sí, es decir, a los cambios internos que ocurren en el individuo cuando aprende algo nuevo y se produce una reestructuración en su manera de pensar y entender el mundo. Estos cambios pueden ser tensos e incómodos, pero son necesarios para el aprendizaje genuino.

12. Cada cerebro está organizado de manera única. Todos los seres humanos tienen el mismo conjunto de sistemas, pero nuestras diferencias se deben a la herencia genética y a experiencias y entornos distintos, lo que se refleja en diferentes estilos de aprendizaje, talentos e inteligencias. Debemos apreciar la diversidad y comprender que los alumnos son diferentes y necesitan opciones en su aprendizaje.

De acuerdo con las investigaciones de Salas (2003), para diseñar una escuela compatible con el cerebro, debemos unir la literatura de la neurociencia con las interpretaciones de los principios y las teorías del aprendizaje, facilitar las implicaciones, enfocar el entorno de aprendizaje holísticamente y transformar el pensamiento tradicional basado en disciplinas en maneras interdisciplinarias. Estos principios buscan asegurar que los entornos de aprendizaje sean óptimos para el cerebro y que los estudiantes puedan aprender de manera significativa y enriquecedora.

Por otro lado, Caicedo (2017) nos explica que el proceso de aprendizaje se produce a través de cambios sutiles en las estructuras funcionales y las conexiones sinápticas fundamentales del cerebro, que «se expresan en un aumento de la densidad sinóptica, proceso de sinaptogénesis, o mediante

el fortalecimiento de las conexiones sinápticas existentes a través de procesos de poda sináptica o de mielinización de los axones» (p. 86).

Por lo anterior, el aprendizaje se comprende a través del establecimiento de conexiones sinápticas entre neuronas específicas, lo que implica la transferencia de información mediante señales electroquímicas. Estas conexiones sinápticas son fundamentales para el procesamiento y almacenamiento de la información en el cerebro. Durante el proceso de aprendizaje, se producen cambios significativos y duraderos en las neuronas involucradas, y en la red neuronal en su conjunto.

Cuando se produce un estímulo o una experiencia que requiere aprendizaje, las neuronas relevantes se activan y se comunican entre sí a través de las sinapsis. Estas sinapsis son conexiones especializadas entre las terminaciones de las neuronas, llamadas axones, y las dendritas receptoras de otras neuronas. La información se transmite a través de señales eléctricas y químicas en forma de neurotransmisores.

Según los hallazgos de Sierra y León (2019), el proceso de aprendizaje implica la modificación de las conexiones sinápticas existentes y la formación de nuevas conexiones. Cuando las neuronas se activan repetidamente en respuesta a un estímulo específico, las sinapsis involucradas se fortalecen, lo que facilita la transmisión de la información en futuras ocasiones. Este fenómeno se conoce como «plasticidad sináptica», concepto que estudia las relaciones entre la memoria y el aprendizaje.

La plasticidad sináptica es esencial para el almacenamiento de información y la adquisición de nuevas habilidades. A medida que se forman y fortalecen las conexiones sinápticas relevantes, se crean circuitos neuronales específicos que representan el conocimiento adquirido. Estos circuitos facilitan la recuperación y el uso eficiente de la información almacenada.

En términos generales, según Caicedo (2017), se puede resumir el proceso de aprendizaje a nivel macroscópico de la siguiente manera:

- La información derivada de los sentidos, así como aquella surgida a partir de la reflexión o la imaginación, se dirige y procesa en el tálamo, desempeñando este una función de relevo o intermediario. Al mismo tiempo, la información se dirige a regiones cerebrales particulares, según su característica: la información visual es dirigida al lóbulo occipital, mientras que la información relacionada con el lenguaje se dirige hacia el lóbulo temporal, siguiendo este patrón con las otras áreas correspondientes.
- A medida que la información se procesa en distintas áreas del cerebro, este adquiere una impresión sensorial general de dicha información, la cual está disponible para su evaluación emocional en áreas subcorticales específicas, como la amígdala. Cuando la información percibida se considera amenazante, se requieren respuestas rápidas y automáticas, y la amígdala cumple eficazmente esta función debido a los mecanismos neuronales adecuados con los que está equipada.
- La información que ha sido filtrada y considerada relevante se dirige al hipocampo, donde se somete a evaluación, organización y retención durante un periodo de tiempo. Posteriormente, esta información se distribuye a diversas áreas del cerebro según su naturaleza, como la corteza visual o auditiva, con el propósito de ser almacenada.

El proceso inicial del aprendizaje ocurre de manera rápida, las fases posteriores pueden requerir un tiempo considerable

para completarse. Esto significa que el aprendizaje, especialmente en entornos educativos como el aula, no sucede de manera instantánea, sino que requiere tiempo para consolidarse. Esta perspectiva biológica del aprendizaje plantea reflexiones importantes sobre cómo se puede integrar de manera efectiva en los procesos educativos.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuál es el papel de la neurociencia en el estudio del aprendizaje y cómo ha contribuido al desarrollo de teorías sobre el proceso de aprendizaje?
- ¿Cuáles son los principios fundamentales de aprendizaje del cerebro y qué implicaciones tienen para el currículo, la enseñanza y la evaluación?
- ¿Cómo influyen las relaciones sociales en el cerebro y en el proceso de aprendizaje?
- ¿De qué manera las emociones y los estados mentales afectan el aprendizaje y cómo se puede crear un ambiente emocional adecuado en el entorno educativo?
- ¿De qué manera el proceso de aprendizaje a nivel cerebral, incluyendo la formación de conexiones sinápticas y la plasticidad neuronal, puede ser aplicado y optimizado en entornos educativos para potenciar el aprendizaje de los estudiantes?

2. El aprendizaje

El aprendizaje es un proceso complejo y fascinante que ha capturado la atención de investigadores y educadores durante siglos. En este capítulo, exploraremos diferentes aspectos clave relacionados con el aprendizaje, desde la actividad nerviosa superior hasta el equilibrio afectivo emocional. Se

abordará el mundo de la actividad nerviosa superior, analizando cómo las neuronas y las redes neuronales desempeñan un papel crucial en la adquisición y procesamiento de información. A continuación, examinaremos los dispositivos básicos de aprendizaje, esos mecanismos y estrategias que nos permiten asimilar y retener nuevos conocimientos de manera efectiva. Más adelante, se expondrán las funciones cerebrales superiores, como la memoria, la atención y el razonamiento, que desempeñan un papel fundamental en nuestro proceso de aprendizaje. Por último, exploraremos el impacto del equilibrio afectivo emocional en el aprendizaje, reconociendo la importancia de la motivación, el interés y la conexión emocional con el material de estudio.

A medida que los científicos han explorado el cerebro, han logrado esclarecer sus estructuras básicas, funciones y conexiones neuronales. Han descubierto regiones especializadas que se encargan de distintas tareas cognitivas y emocionales, y han establecido conexiones entre áreas cerebrales específicas y aspectos de nuestra experiencia y comportamiento.

El cerebro en relación con el aprendizaje es un gran misterio. A pesar de los avances logrados en la comprensión del cerebro humano, este órgano es un enigma fascinante para la ciencia. Si bien se han realizado numerosos descubrimientos significativos en este campo, todavía hay una infinidad de secretos por desvelar, ya que la naturaleza del cerebro solo puede ser reducida y comprendida en gran medida a través de la observación de sus efectos.

Sin embargo, a pesar de estos avances, todavía hay muchas incógnitas por resolver, por ejemplo, la forma en que se generan y almacenan los recuerdos sigue como un enigma complejo; aunque se han identificado regiones cerebrales relacionadas con la memoria, aún no se comprende por completo el proceso exacto de cómo se forman, consolidan y recuperan los recuerdos.

Además, el misterio de la conciencia humana sigue sin resolverse, aunque se han realizado investigaciones sobre los correlatos neuronales de la conciencia, no se ha logrado descifrar completamente cómo emerge la experiencia subjetiva a partir de la actividad neuronal. La relación entre los procesos cerebrales y la mente sigue como un terreno fértil para la exploración y el debate científico.

Asimismo, hay aspectos intrigantes en la plasticidad cerebral, en cuanto el cerebro experimenta cambios adaptativos según sus estímulos (Guadamuz, Miranda y Mora, 2022), es decir, la capacidad del cerebro para adaptarse y cambiar a lo largo de la vida. Se ha demostrado que el cerebro tiene la capacidad de remodelarse en respuesta a la experiencia y al aprendizaje, pero como lo menciona Ortiz (2015), los mecanismos exactos y los límites de esta plasticidad aún no están completamente claros.

El neurocientífico y neurofisiólogo Llinás (2003) sostiene que el cerebro humano es una entidad única y extraordinaria que se destaca en el universo; es una poderosa máquina de ensueño que construye representaciones simbólicas del mundo, moldeando nuestra percepción y experiencia consciente; es una maravilla que nos permite interpretar, comprender y navegar nuestro entorno, lo cual es un portal hacia la imaginación, el conocimiento y la comprensión de nuestro ser y del universo en el que vivimos. A través de este proceso, nuestras mentes moldean su percepción del mundo y, en última instancia, construyen nuestra experiencia consciente.

El cerebro es un órgano vivo y dinámico que aprende de su entorno y se moldea por factores genéticos y culturales, esta capacidad única le permite adaptarse, procesar información, generar ideas y expresar la creatividad en diversas formas. Es esta combinación de características lo que hace del cerebro un órgano extraordinario en el que se basa nuestra capacidad de comprender, aprender y crear.

De forma similar, Ortiz (2015) menciona que el cerebro, de manera creativa, aprovecha su vasto arsenal de información almacenada, que se interconecta de manera armónica, sistemática y coherente, para generar nuevas formas de conocimiento y establecer redes y circuitos neuronales que le ayudan a resolver problemas, incluyendo los desafíos que enfrentamos.

El desarrollo y configuración del ser humano se basa en su capacidad de aprender de forma autónoma y en interacción con el entorno, tanto con objetos como con otros individuos. Esta naturaleza se compone de aspectos biológicos, neurológicos, psicológicos y sociales, y es influenciada tanto por factores genéticos como culturales. El resultado de este proceso de aprendizaje es la mente humana, «con todo su sistema configuracional: componentes, módulos y sistemas, [y] dispositivos» (Ortiz, 2015, p. 33), que interrelacionados conforman su funcionamiento global.

Según Martínez (2008), otro de los aportes de la neurociencia actual sobre el aprendizaje en la atribución de significados es la transmisión neurocerebral, esto implica un proceso dinámico en el cerebro al enfrentarnos a experiencias sensoriales. Se produce un vaivén entre la percepción de la imagen o estímulo y su correspondiente centro cerebral, que se repite de 100 a 1000 veces. Estos ciclos buscan insertar y contextualizar los elementos en nuestra memoria, otorgándoles sentido y significado, «pero este sentido significado será muy diferente de acuerdo con ese mundo interno personal y con la respectiva estructura en que se ubica: valores, actitudes, creencias, necesidades, intereses ideales [y] temores» (p. 49).

Por otro lado, en sus últimos años, Popper (1980 [1977]) enriqueció su epistemología al inspirarse en el conocimiento de la neurofisiología y las estructuras cerebrales. Según este pensador, lo que comúnmente consideramos «simples datos sensoriales» en realidad es el resultado de un proceso

altamente complejo. Es decir, nuestra percepción no se da de forma directa, sino que requiere de numerosos pasos, a veces cientos o incluso miles, que implican la interacción entre los estímulos captados por nuestros sentidos, el proceso interpretativo de los mismos y la estructura cerebral, además de señalar que la percepción es el producto de un elaborado proceso que involucra la interacción entre estímulos sensoriales, la interpretación sensorial y la estructura del cerebro.

De acuerdo con Ortiz (2015), la relación entre el sistema afectivo y el sistema cognitivo es de gran importancia. Existe una interacción armónica entre el neocórtex o módulo prefrontal, encargado de las funciones intelectuales, y el sistema límbico, responsable de regular las emociones y sentimientos humanos. Estas dos partes del cerebro se conectan a través de una extensa red de canales de comunicación multidireccional.

Complementando lo anterior, se identifican tres módulos mentales fundamentales propuestos por Zubiria (2009): la unidad cognitiva, la unidad afectiva y la unidad ejecutiva. Estos módulos juegan roles distintos pero interconectados en la configuración de la mente humana.

La unidad cognitiva se encarga de procesar la información perceptual, clasificarla, ordenarla e integrarla en nociones o pensamientos. Es a través de estas operaciones cognitivas que se logra la formación y organización de la mente y el cerebro. Esta unidad nos permite analizar, comprender y dar sentido a la realidad que nos rodea. Por ejemplo, cuando percibimos un objeto, la unidad cognitiva nos ayuda a reconocerlo, asignarle un significado y relacionarlo con nuestras experiencias previas.

Por otro lado, la unidad afectiva tiene la función de valorar y tomar decisiones sobre qué hacer en cada situación. Este módulo es responsable de sugerir el mejor comportamiento a adoptar ante diferentes circunstancias. Utiliza instrumentos afectivos para evaluar las distintas esferas de la vida, como las

relaciones interpersonales, el amor, la familia, la intelectualidad, el trabajo y la productividad. La unidad afectiva nos permite experimentar emociones, establecer preferencias y fijar metas basadas en nuestros deseos y necesidades.

Finalmente, la unidad ejecutiva es la encargada de llevar a cabo las acciones concretas basadas en la información proporcionada por las unidades cognitiva y afectiva. Este módulo se ocupa de la planificación, la toma de decisiones y la ejecución de tareas. Coordina y controla los procesos mentales y las respuestas comportamentales para lograr nuestros objetivos. Por ejemplo, cuando decidimos realizar una tarea específica, la unidad ejecutiva nos ayuda a planificar los pasos necesarios, regular nuestra atención y persistir en la consecución de la meta (Zubiria, 2009).

Por otro lado, la configuración cognitiva de la mente humana se compone de una amplia gama de elementos interrelacionados, como nociones, conceptos, teorías, creencias, pensamientos e información, así como saberes, actitudes, facultades intelectuales y conocimientos. Estos elementos se entrelazan y dependen mutuamente, dando forma a cómo nos entendemos y procesamos el mundo que nos rodea.

Del mismo modo sucede con la configuración afectiva, que implica la armoniosa interrelación entre afectos, emociones, sentimientos, actitudes y valores humanos, en conjunto. Estos componentes cognitivos y afectivos se entrelazan en la complejidad de la mente humana, influyendo en nuestra percepción, pensamiento, comportamiento y experiencia de la vida.

Efectivamente, la forma en que el ser humano actúa está intrínsecamente vinculada a su pensamiento, y su pensamiento está influenciado por sus emociones. Hay una estrecha relación entre lo que uno lleva en el corazón y lo que se refleja en su mente. Nuestros sentimientos internos impactan en nuestra capacidad para expresarnos y llevar a cabo acciones.

Ortiz (2015) afirma que nuestras emociones tienen un impacto directo en nuestros pensamientos, de esta manera, lo que sentimos influye en lo que pensamos, y lo que pensamos tiene un efecto en nuestras acciones y comportamiento; es decir, cuando experimentamos emociones positivas, como la alegría o el amor, nuestros pensamientos tienden a ser más optimistas y abiertos, por otro lado, las emociones negativas, como la tristeza o el miedo, pueden generar pensamientos pesimistas y limitantes. Estas emociones pueden distorsionar nuestra forma de ver las situaciones y generar un sesgo en nuestra interpretación de la realidad.

De la misma forma, la configuración afectiva juega un papel fundamental en la configuración cognitiva y, a su vez, esta última está determinada por la primera. Por lo tanto, nuestras emociones y pensamientos están estrechamente entrelazados, lo que afecta tanto a nuestra forma de ser como a nuestras acciones.

En resumen, el ser humano experimenta un proceso cognitivo y afectivo integral que abarca múltiples aspectos emocionales y cognitivos. Estos procesos se entrelazan en nuestras actividades y comunicación, influenciados por factores biológicos, sociales y psicológicos que nos hacen únicos e irrepetibles. Aunque compartimos similitudes, cada individuo posee características y experiencias especiales que nos hacen diversos. En esta compleja interacción, nuestras emociones, pensamientos y acciones se fusionan, dando forma a nuestra identidad y forma de relacionarnos con el mundo.

Para Ortiz (2015), la estrecha relación entre las emociones y el aprendizaje humano revela que comprender la neurobiología puede tener un impacto significativo en nuestra percepción de la responsabilidad en la educación; las emociones desempeñan un papel crucial en el proceso de aprendizaje, ya que influyen en nuestra motivación, atención, memoria y toma de decisiones. Al comprender cómo funcionan los

procesos neurobiológicos relacionados con las emociones, podemos adoptar enfoques más efectivos para fomentar un ambiente educativo propicio para el aprendizaje.

Además, al reconocer el impacto de las emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, nos hacemos conscientes de nuestra responsabilidad como educadores y de la importancia de cultivar un entorno emocionalmente seguro y estimulante. Este enfoque basado en la neurobiología y neuropsicología nos invita a repensar y reevaluar nuestras prácticas educativas, reconociendo que el bienestar emocional de los estudiantes es fundamental para su desarrollo académico y personal.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuáles son los aspectos del cerebro humano que aún no se comprenden completamente en relación con el aprendizaje y la formación de recuerdos?
- ¿Cuál es la importancia de la plasticidad cerebral en el proceso de aprendizaje y cómo se manifiesta en la capacidad de adaptación y cambio del cerebro?
- ¿Cómo se interrelacionan los módulos cognitivo, afectivo y ejecutivo en la configuración de la mente humana y su influencia en el pensamiento, las emociones y las acciones?
- ¿Cuál es la relación entre las emociones y el aprendizaje humano, y cómo puede comprender la neurobiología de las emociones impactar en nuestras prácticas educativas?
- ¿Cómo influyen las emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje y cómo podemos utilizar el conocimiento de la neurobiología y neuropsicología para crear un ambiente educativo propicio para el bienestar emocional de los estudiantes?

2.1. Actividad nerviosa superior

La actividad nerviosa superior se refiere a los procesos que establecen conexiones temporales en la corteza de los hemisferios cerebrales. Pavlov, por su parte, revela el papel específico de la actividad nerviosa al permitir que los organismos se adapten a los cambios en su entorno. Cada órgano tiene un área especializada en la corteza cerebral que representa su función y donde se llevan a cabo análisis y síntesis complejos de la información recibida. La actividad nerviosa superior se basa en los reflejos condicionados que el organismo adquiere a través de la experiencia. Según esta perspectiva, la conciencia se considera una función de la materia altamente desarrollada, es decir, del cerebro.

Por otro lado, la actividad nerviosa superior se fundamenta en una perspectiva filosófico-teórica a través de la reflexología, la cual se erige como la guía principal en la explicación de las funciones psicológicas. Según esta visión, la base material de la vida psíquica reside en el cerebro, especialmente en la acción de la corteza cerebral como el órgano que facilita la interacción entre el individuo y el entorno externo (Pavón, 2005).

La reflexología postula que las funciones superiores del sistema nervioso, como el pensamiento abstracto, la conciencia y la percepción consciente, se desarrollan a partir de procesos neurofisiológicos complejos en el cerebro. Estos procesos están determinados por la actividad neuronal y las conexiones sinápticas que ocurren en la corteza cerebral, que es la capa más externa y evolucionada del cerebro humano.

Desde una perspectiva fisiológica, se entiende que el cerebro, como órgano material, es el sustrato físico de la actividad mental y psicológica. La relación entre el individuo y la realidad externa se establece a través de la interacción entre la corteza cerebral y los estímulos del entorno. La corteza cerebral procesa la información sensorial y la transforma en

experiencias conscientes, permitiendo al individuo percibir, interpretar y responder al mundo que lo rodea.

Esta misma postura también resalta la importancia de la relación entre la actividad nerviosa superior y el contexto social y material en el que se desenvuelve el individuo. Reconoce que el desarrollo de las funciones cognitivas y emocionales está influenciado por factores sociales, culturales y ambientales. El individuo no solo es un producto de la actividad cerebral, sino también de su interacción con el entorno y las condiciones materiales en las que vive.

La actividad nerviosa superior se encuentra orientada, tal como indicó Pavlov (como se cita en Hernández, 1963), hacia el establecimiento de la interacción del organismo con su entorno externo. Además, esta actividad tiene un papel determinante en la conducta tanto de los animales como de los seres humanos. En consecuencia, la ejecución de estas funciones recae en la corteza de los hemisferios cerebrales y en las formaciones subcorticales subyacentes. Esta coordinación entre componentes vitales del sistema nervioso central es la que da lugar a este proceso.

Pavlov, en sus investigaciones, realizó una clasificación de los reflejos en dos categorías principales; por un lado, están los reflejos innatos o incondicionados, que son aquellos que ocurren de manera natural sin necesidad de aprendizaje previo; por otro lado, están los reflejos adquiridos o condicionados, que son aquellos que se desarrollan a través del aprendizaje y la asociación de estímulos.

Los reflejos condicionados, según Pavlov, son elementos fundamentales de la actividad nerviosa superior, estos reflejos se forman cuando se establece una conexión o asociación entre un estímulo neutro y un estímulo naturalmente provocador de una respuesta. A través de la repetición y el condicionamiento, el estímulo neutro adquiere la capacidad de desencadenar la misma respuesta que el estímulo natural.

Por otro lado, Pavlov también investigó los reflejos incondicionados complejos, que son reacciones innatas que se producen sin necesidad de aprendizaje previo. Estos reflejos incondicionados complejos son conocidos como instintos y representan comportamientos innatos que son específicos de cada especie. Pavlov fue uno de los primeros en descubrir la base fisiológica de estos instintos, proporcionando una comprensión más profunda de la naturaleza biológica de los comportamientos innatos en los animales.

De la misma manera, el impacto de los estudios de la actividad nerviosa superior, en el ámbito de la educación, radica en comprender cómo se interrelacionan lo biológico y lo social en la educación de los niños. Es fundamental evaluar en qué medida los factores internos, como el sistema nervioso central y la actividad nerviosa superior, influyen en lo determinado por los factores externos, en los cuales la educación desempeña un papel crucial.

La comprensión de cómo los aspectos biológicos y sociales se entrelazan en el proceso educativo es esencial para desarrollar estrategias pedagógicas efectivas. De la misma manera, el sistema nervioso central y la actividad nerviosa superior son componentes internos que tienen un impacto significativo en el desarrollo cognitivo, emocional y conductual de los niños.

Asimismo, los factores internos, como el funcionamiento del cerebro y los procesos cognitivos superiores, influyen en la forma en que los niños perciben, asimilan y procesan la información. Estos factores internos pueden afectar la atención, la memoria, el razonamiento y la toma de decisiones, entre otros aspectos clave para el aprendizaje.

Al comprender la influencia de los factores internos en la educación, los educadores pueden adaptar sus enfoques y estrategias pedagógicas para optimizar el aprendizaje de los estudiantes. Esto implica considerar las diferencias individuales

en el desarrollo del sistema nervioso central y la actividad nerviosa superior, así como diseñar entornos de aprendizaje que promuevan el desarrollo óptimo de estas capacidades.

Por otro lado, la interacción entre los factores internos y externos destaca la importancia de la educación como un agente clave en el desarrollo de los niños. La educación no solo se limita a transmitir conocimientos y habilidades, sino que también puede influir en el desarrollo de las capacidades cognitivas y emocionales a través de experiencias educativas enriquecedoras. En este sentido, vale la pena advertir lo que nos comparte Martínez (s. f.), al referirse, en el mejor de los casos, que se pasa por alto o se ignora; en el peor, la importancia de los factores internos que afectan el comportamiento del niño, especialmente aquellos relacionados con su actividad nerviosa superior. No es infrecuente encontrar educadores que creen que el proceso educativo está totalmente separado de estos factores internos y fisiológicos.

Además, Martínez (s. f.), citando a Vygotsky, destaca que la psiquis humana tiene una base biológica en el sistema nervioso central, pero su naturaleza es esencialmente social. La psiquis se forma a través de la interacción con el entorno sociocultural y es moldeada por la historia y las prácticas de la sociedad.

Esta perspectiva resalta la importancia del contexto social en el desarrollo de la mente humana y tiene implicaciones significativas en el ámbito educativo, ya que enfatiza la necesidad de proporcionar experiencias de aprendizaje enriquecedoras y contextos socioculturales adecuados para fomentar un desarrollo psíquico óptimo.

De acuerdo con la anterior perspectiva, el desarrollo humano no se rige únicamente por leyes biológicas, como ocurre en el reino animal, sino que está influenciado por leyes histórico-sociales. Aunque la psique humana no se considera un producto directo del cerebro, es importante destacar que

no puede surgir sin la existencia de este órgano, ya que establece una relación dialéctica entre lo externo y lo interno.

En contraste con los animales, cuyo desarrollo se encuentra principalmente determinado por factores biológicos y genéticos, el ser humano se ve profundamente influenciado por su entorno histórico y social. La cultura, la educación, las instituciones y las interacciones sociales tienen un impacto significativo en el desarrollo psicológico y en la formación de la identidad individual.

Si bien la psique humana no puede ser reducida a meros procesos cerebrales, es necesario reconocer que el cerebro desempeña un papel fundamental en su manifestación. El cerebro es el órgano que posibilita los procesos cognitivos, emocionales y conductuales complejos que caracterizan a los seres humanos. Sin la existencia del cerebro y su funcionamiento adecuado, la psique no podría manifestarse de manera plena.

En este sentido, se establece una unidad dialéctica entre lo externo y lo interno. El entorno social y cultural proporciona el contexto y los estímulos necesarios para el desarrollo de la psique, mientras que el cerebro actúa como el órgano que procesa, interpreta y responde a dichos estímulos. Existe una interacción constante y dinámica entre las influencias externas y las capacidades internas del cerebro.

Esta comprensión tiene implicaciones importantes en el ámbito de la educación y la formación de los individuos. Significa que el desarrollo humano no puede separarse del contexto sociohistórico en el que ocurre. El diseño de entornos educativos y la implementación de prácticas pedagógicas efectivas deben tener en cuenta tanto las dimensiones biológicas como las sociohistóricas para fomentar un desarrollo integral y equilibrado de la psique humana.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuál es la relación entre la actividad nerviosa superior y la reflexología?
- ¿En qué medida los factores internos, como el sistema nervioso central y la actividad nerviosa superior, influyen en los factores externos determinados por la educación?
- ¿Cómo se puede aplicar la comprensión de la interrelación entre lo biológico y lo social en el ámbito educativo para promover un desarrollo integral de la psique humana?
- ¿Qué implicaciones tiene la interacción entre los factores internos y externos en el proceso educativo, y cómo se pueden aprovechar estas influencias para mejorar la enseñanza y el aprendizaje?
- ¿De qué manera el contexto sociohistórico y cultural influye en el desarrollo de la psique humana y cómo se puede promover un entorno educativo enriquecedor que fomente dicho desarrollo?

2.2. Dispositivos básicos de aprendizaje

En el siguiente subcapítulo, se abordará la perspectiva de Juan E. Azcoaga (1925-2015), pionero en neuropsicología en América Latina. Azcoaga contribuyó significativamente al vincular los fundamentos neurofisiológicos de teorías reflexológicas con la pedagogía, estableciendo una conexión sólida entre la neuropsicología y la educación. Sus aportes fueron fundamentales para comprender los mecanismos biológicos del aprendizaje, enriqueciendo el campo con conocimientos novedosos. Al proponer los cuatro pilares del aprendizaje —la actividad nerviosa superior, la base afectiva-emocional, los dispositivos básicos del aprendizaje y las funciones

cerebrales superiores—, Azcoaga destacó la distinción entre el aprendizaje natural y el formal en entornos educativos. Su legado ofrece una base sólida para el diseño de estrategias educativas más efectivas, considerando aspectos neurobiológicos y cognitivos.

Juan E. Azcoaga, pensador argentino, desempeñó un papel fundamental al contribuir en los fundamentos del aprendizaje, basados en las ideas de destacados investigadores como Pavlov y Luria. Sus aportes resultan de gran relevancia, ya que no solo introdujo en la región los fundamentos neurofisiológicos de las teorías reflexológicas, sino que también realizó contribuciones significativas a las bases biológicas del aprendizaje y su relación con la pedagogía (Martínez, Arístides y Montánchez, 2018).

Azcoaga logró establecer una conexión sólida entre la neuropsicología y la educación, al explorar cómo los procesos neurofisiológicos y cognitivos, subyacentes al aprendizaje, pueden influir en las prácticas pedagógicas. Sus investigaciones no se limitaron solamente a teorías existentes, sino que también generaron conocimientos novedosos que enriquecieron el campo de estudio.

Los aportes del pensador argentino fueron importantes para la comprensión de los mecanismos biológicos que intervienen en el aprendizaje, permitiendo así un enfoque más completo y fundamentado en la enseñanza. Al establecer la conexión entre la neuropsicología y la pedagogía, Azcoaga brindó una base sólida para el diseño de estrategias educativas más efectivas, considerando los aspectos neurobiológicos y cognitivos de los estudiantes. Así, concluye en sus estudios que hay una distinción entre el aprendizaje que ocurre de manera natural a través de la experiencia y la interacción social, y el aprendizaje que se da en el entorno educativo formal con la guía y la estructura proporcionadas por la pedagogía y la didáctica.

Feld (2017), repasando la obra de Azcoaga, menciona que él mismo postuló que «el aprendizaje fisiológico es el sustento del aprendizaje pedagógico apoyándose ambos en cuatro pilares» (p. 5): el primero es la actividad nerviosa superior; el segundo, la base afectiva-emocional; el tercero, los dispositivos básicos del aprendizaje, y el cuarto, las funciones cerebrales superiores. Azcoaga no define como tal qué son los dispositivos básicos de aprendizaje (DBA), sino que establece dos dinámicas diferentes para entender cómo se produce el aprendizaje en distintos contextos.

Feld (2017) presenta una perspectiva en la que se explican dos dinámicas fundamentales para la asimilación del conocimiento durante el proceso de aprendizaje. Estas dinámicas se conocen como «aprendizaje fisiológico» y «aprendizaje pedagógico». En la primera, se enfatizan los recursos que el propio desarrollo humano y social brinda a los niños, para adquirir el conocimiento esencial y fundamental a través de su experiencia personal y la interacción con su entorno social. Por otro lado, el aprendizaje pedagógico se desarrolla dentro del ámbito de la educación formal y se basa principalmente en los contenidos académicos de la educación y en las condiciones didácticas y pedagógicas que facilitan este proceso.

Azcoaga integró elementos clave que juegan un papel fundamental en el proceso de adquisición de conocimientos. Estos elementos incluyen la motivación, la atención, la memoria, la habituación y la actividad sensorio-perceptiva. Al considerar estos dispositivos, se reconoció que el aprendizaje no solo se basa en la acumulación de información, sino que también está influenciado por factores internos y externos que afectan la forma en que procesamos y recordamos la información.

La motivación desempeña un papel esencial al impulsar a los individuos a participar activamente en el proceso de aprendizaje y a mantener un interés constante en la materia. La

atención, por su parte, nos permite enfocarnos en la información relevante mientras filtramos las distracciones. La memoria nos permite retener y recuperar la información aprendida, mientras que la actividad sensorio-perceptiva involucra nuestros sentidos y nuestra capacidad para percibir y procesar la información del entorno. La habituación es un proceso de aprendizaje por el cual un organismo se acostumbra a un estímulo repetitivo y disminuye su respuesta a ese estímulo con el tiempo.

La idea central que subyace en la inclusión de estos DBA es comprender que las funciones biológicas, propias del ser humano, se correlacionan estrechamente con los comportamientos sociales, y se desarrollan a lo largo del crecimiento y desarrollo infantil. En otras palabras, nuestros aspectos biológicos, cognitivos y sociales están intrínsecamente conectados en el proceso de aprendizaje.

Al considerar y estudiar estos DBA, se logra una comprensión más holística del aprendizaje, ya que se tiene en cuenta tanto los aspectos biológicos como los socioculturales. Esta perspectiva integral permite un enfoque más completo y efectivo en la educación, ya que reconoce la interacción compleja entre el individuo y su entorno, así como las influencias biológicas y sociales que moldean el proceso de aprendizaje a lo largo de la vida.

Los DBA tienen un impacto significativo en la educación. Estos permiten entender cómo se produce el aprendizaje en distintos contextos y modalidades de acercamiento al conocimiento. Al comprender la importancia de la motivación, de la atención, de la memoria, de la habituación y de la actividad sensorio-perceptiva en el proceso de aprendizaje, los educadores pueden diseñar estrategias pedagógicas más efectivas y adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. Además, el conocimiento de los DBA puede ayudar a identificar dificultades específicas en el proceso de aprendizaje y desarrollar intervenciones adecuadas para superarlas.

Por otro lado, los DBA, en la educación y en la enseñanza, están estrechamente relacionados con los pilares de la educación, ya que proporcionan los cimientos neurobiológicos y cognitivos necesarios para que los estudiantes puedan adquirir conocimientos, desarrollar habilidades, relacionarse de manera efectiva y construir su identidad personal.

De igual manera, los pilares de la educación —aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos o convivir y aprender a ser (Delors, 1996)— se pueden relacionar de manera integral con los dispositivos básicos de aprendizaje en el contexto educativo y de enseñanza. A continuación, proponemos algunas relaciones:

- En el aprender a conocer: los DBA, como la atención, la memoria y la actividad sensorio-perceptiva, juegan un papel fundamental en el proceso de adquirir conocimientos y comprensión. Estos dispositivos permiten a los estudiantes explorar, percibir y asimilar información nueva, facilitando así el aprendizaje y la construcción del conocimiento.
- En el aprender a hacer: los DBA también desempeñan un papel clave en el desarrollo de habilidades y competencias prácticas. La motivación y la atención permiten a los estudiantes involucrarse activamente en la adquisición de habilidades y aplicar conocimientos en situaciones concretas. Además, la memoria desempeña un papel importante al almacenar y recuperar la información necesaria para realizar tareas y resolver problemas.
- En el aprender a vivir juntos o convivir: los DBA, como la motivación y la actividad sensorio-perceptiva, están estrechamente relacionados con la dimensión emocional y social del aprendizaje. La motivación impulsa a los estudiantes a comprometerse con el

aprendizaje y a relacionarse de manera positiva con su entorno. La actividad sensoperceptiva permite a los estudiantes interactuar con el mundo que les rodea, desarrollar empatía y comprender diferentes realidades.

- En el aprender a ser: los DBA son fundamentales para el desarrollo integral de la persona. La motivación y la atención ayudan a los estudiantes a descubrir y desarrollar sus intereses, pasiones y vocaciones. La memoria permite a los estudiantes recordar sus experiencias y conocimientos previos, construyendo así su identidad y trayectoria personal. Además, la actividad sensoperceptiva contribuye a la exploración de la propia identidad y al entendimiento del entorno social y cultural.

Los dispositivos básicos de aprendizaje se relacionan estrechamente con los pilares de la educación, lo que facilita el desarrollo de habilidades, el crecimiento personal y la construcción de una identidad integral en los estudiantes. Al integrar estos dispositivos en la enseñanza, se promueve un aprendizaje significativo y holístico que prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la vida y contribuir de manera positiva en la sociedad.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuál fue el papel fundamental de Juan E. Azcoaga en la neuropsicología en América Latina?
- ¿Cuáles fueron las aportaciones significativas de Azcoaga en las bases biológicas del aprendizaje y su relación con la pedagogía?
- ¿Cómo se relacionan los aspectos biológicos, cognitivos y sociales en el proceso de aprendizaje según la

perspectiva de Azcoaga y los dispositivos básicos de aprendizaje?

- ¿Cuál es la importancia de entender la conexión entre los procesos neurofisiológicos y cognitivos en el aprendizaje?
- ¿Cómo pueden los dispositivos básicos de aprendizaje (motivación, atención, memoria, actividad sensorio-perceptiva y habituación) influir en el diseño de estrategias pedagógicas efectivas?
- ¿Cómo podemos potenciar el aprendizaje integral y significativo al relacionar de manera efectiva los dispositivos básicos de aprendizaje con los pilares de la educación propuestos por Delors, como aprender a conocer, hacer, convivir y ser?

2.3. Funciones cerebrales superiores

Las autoras Ordóñez y Sánchez (2020) consideran que las funciones cerebrales superiores son un conjunto de procesos cognitivos. Estos procesos incluyen la atención, la orientación, la memoria, las gnosias, las funciones ejecutivas, las praxias, el lenguaje, la cognición social y las habilidades visoespaciales. Estas funciones dependen de un adecuado funcionamiento del lóbulo frontal en relación con otros lóbulos cerebrales, y son indispensables para la toma de decisiones la abstracción, la planificación y la flexibilidad cognitiva. Comúnmente se les denomina «funciones ejecutivas».

Asimismo, las funciones cerebrales superiores constituyen un área de investigación esencial tanto en la neurociencia como en la psicología cognitiva, y de acuerdo con la anterior definición sobre las funciones cerebrales superiores, este término se refiere a un conjunto de habilidades cognitivas complejas presentes en el cerebro humano, las cuales desempeñan un papel fundamental en el procesamiento de información y en la

realización de tareas intelectuales de alto nivel. Estas funciones abarcan una variedad de procesos, como el razonamiento, la memoria, la atención, el lenguaje, la toma de decisiones, la planificación, la resolución de problemas y la creatividad.

A lo largo de la historia, numerosos precursores y autores, en los campos de la neurociencia y de la psicología, han dedicado sus investigaciones al estudio y comprensión de las funciones cerebrales superiores. Algunos de los destacados precursores y autores en este campo incluyen a Piaget (2000 [1936]), en sus obras sobre el equilibrio de las estructuras cognitivas y el nacimiento de la inteligencia en el niño, y a Vygotsky (1995 [1934] y 1979 [1978]), con su trabajo en la formación social de la mente y el pensamiento y lenguaje.

También se destacan los trabajos de Jung (2021 [1921] y 1995 [1964]), con los tipos psicológicos y el simbolismo humano; Chomsky (1974 [1957] y 1970 [1965]), con las estructuras sintácticas y la teoría de la sintaxis; Gardner (2001 [1983] y 2011 [1993]), con su teoría de las inteligencias múltiples y su aplicación práctica, y Kahneman (2011), con sus obras sobre los procesos de pensamiento rápido y lento.

Estos estudiosos han aportado valiosas contribuciones, en términos de definición y exploración de estas capacidades cognitivas complejas. Sus investigaciones han permitido profundizar en el conocimiento de cómo estas funciones se desarrollan, cómo interactúan entre sí y cómo se relacionan con otros procesos cerebrales.

De la misma manera, la comprensión de las funciones cerebrales superiores reviste una gran importancia en diversos ámbitos, especialmente en el campo de la educación y la enseñanza. Estas habilidades cognitivas son fundamentales para el aprendizaje, la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades intelectuales en los estudiantes.

Un mejor entendimiento de cómo se desarrollan y funcionan estas funciones puede proporcionar bases teóricas sólidas

para la optimización de estrategias de enseñanza, el diseño de programas educativos efectivos y la identificación de posibles dificultades o trastornos en el desarrollo cognitivo.

De acuerdo con la investigación realizada por Gutiérrez y Ruiz (2018), las funciones cerebrales superiores desempeñan un papel importante en el proceso de aprendizaje al fomentar el desarrollo de habilidades comunicativas y sociales. Estas capacidades cognitivas avanzadas contribuyen a mejorar el rendimiento escolar y a prevenir dificultades que pueden surgir durante el proceso de aprendizaje.

Volviendo a Martínez, Arístides y Montánchez (2018), con sus estudios sobre el aprendizaje, definen las funciones cerebrales superiores como «el resultado de procesos de aprendizajes con características propias y se consideran en la misma a las praxias, las gnosias y el lenguaje» (p. 5).

En la obra de Azcoaga, citada por Martínez, Arístides y Montánchez (2018), las praxias son patrones motores estereotipados que representan aspectos comunes del comportamiento motor, los cuales pueden variar en su tipo, ya sea vegetativo, simple, somático o más complejo. Por otro lado, las gnosias se refieren a la capacidad de reconocer y comprender estímulos sensoriales. Por último, el lenguaje se define como un sistema de comunicación verbal y escrito utilizado por los individuos para expresar ideas, pensamientos y emociones.

Asimismo, las praxias, en su diversidad de formas, son fundamentales para la ejecución de acciones motoras cotidianas. Estas pueden ir desde actividades básicas, como comer o caminar, hasta tareas más elaboradas y complejas, como escribir o tocar un instrumento musical. Las praxias vegetativas se refieren a los movimientos necesarios para realizar funciones vitales, como la respiración o la deglución. Por otro lado, las praxias simples involucran movimientos más sencillos y específicos, como agarrar un objeto o lanzar una pelota.

En cuanto a las gnosias, estas juegan un papel crucial en la percepción y el reconocimiento de estímulos sensoriales. Las gnosias hacen referencia al «estudio de las relaciones existentes entre las funciones cerebrales, la estructura psíquica y la sistematización sociocognitiva en sus aspectos normales y patológicos» (Hoyayes, 2020, p. 564).

Es decir, a través de las gnosias somos capaces de identificar y comprender el significado de los estímulos que percibimos con nuestros sentidos. Esto incluye reconocer objetos, personas, sonidos, olores y sabores, entre otros elementos del entorno. El desarrollo y el funcionamiento adecuado de las gnosias son esenciales para la interacción efectiva con el mundo que nos rodea.

De la misma manera, el lenguaje desempeña un rol central en la comunicación humana. A través del lenguaje verbal y escrito, podemos expresar nuestras ideas, pensamientos, emociones y establecer conexiones con los demás. El lenguaje nos permite comunicarnos de manera efectiva, transmitir información, compartir conocimientos y participar en interacciones sociales significativas. Es una capacidad única del ser humano que nos permite acceder a un nivel más profundo de comprensión y expresión.

En conclusión, las praxias, las gnosias y el lenguaje desempeñan un papel crucial en nuestra capacidad cognitiva y comunicativa. Su comprensión y desarrollo adecuado son fundamentales tanto en el ámbito clínico, psicológico y neurológico como en el educativo. Reflexionar sobre la importancia de estas habilidades nos invita a considerar cómo podemos promover su desarrollo y aplicación en nuestras vidas, mejorando así nuestra capacidad de aprender, comunicarnos y relacionarnos con el mundo que nos rodea.

Por lo anterior, Cabrales (2015), desde una perspectiva neuropsicológica, nos aporta que las funciones cerebrales superiores son responsables de procesos cognitivos complejos,

como la memoria, el lenguaje, la atención, la percepción y el razonamiento. Estas funciones son esenciales para el aprendizaje, la toma de decisiones y el comportamiento adaptativo en situaciones nuevas y cambiantes. Además, las funciones cerebrales superiores también están relacionadas con la creatividad, con la resolución de problemas y con otras habilidades que nos permiten interactuar con nuestro entorno de manera efectiva.

El razonamiento nos permite analizar información y llegar a conclusiones lógicas, mientras que la memoria nos apoya al almacenar y recuperar información relevante. La atención nos ayuda a focalizar nuestra mente en tareas específicas, mientras que la toma de decisiones implica evaluar diferentes opciones y seleccionar la más adecuada.

Además, el lenguaje desempeña un papel esencial en la comunicación humana, tanto verbal como escrita. A través del lenguaje expresamos nuestras ideas, pensamientos y emociones, y nos relacionamos con los demás de manera efectiva. El lenguaje también está intrínsecamente ligado a la capacidad de planificación y resolución de problemas, ya que nos permite conceptualizar y expresar soluciones creativas. A continuación, presentamos las relaciones entre las praxias, las gnosias, el lenguaje y los procesos cognitivos:

- Las praxias, las gnosias y el lenguaje se relacionan con diferentes procesos cognitivos. Las praxias contribuyen a la ejecución de actividades físicas complejas, mientras que las gnosias nos permiten reconocer y comprender los estímulos sensoriales. Por otro lado, el lenguaje nos ayuda a expresar ideas, pensamientos y emociones.
- Estos procesos cognitivos, a su vez, están relacionados con el razonamiento, la memoria, la atención, la toma de decisiones, la planificación, la resolución de problemas y la creatividad. Cada uno de estos procesos desempeña un papel importante en nuestra capacidad para pensar,

recordar, concentrarnos, tomar decisiones, planificar acciones, resolver problemas y generar ideas creativas.

- Es importante destacar que estas relaciones son interdependientes y se entrelazan entre sí, por ejemplo, el lenguaje no solo se relaciona con la expresión de ideas, sino que también está ligado a la planificación y resolución de problemas, ya que nos permite conceptualizar y comunicar soluciones creativas.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cómo influyen las funciones cerebrales superiores, como las praxias, las gnosias y el lenguaje, en el desarrollo cognitivo y comunicativo de los individuos?
- ¿Cuál es la importancia de comprender y desarrollar adecuadamente las funciones cerebrales superiores en el ámbito clínico, educativo y psicológico?
- ¿De qué manera se relacionan las praxias, las gnosias y el lenguaje con procesos mentales superiores, como el razonamiento, la memoria, la atención, la toma de decisiones, la planificación, la resolución de problemas y la creatividad?
- ¿Cómo pueden promoverse y optimizarse las habilidades cognitivas y comunicativas a través de un mejor entendimiento de las funciones cerebrales superiores?
- ¿Qué implicaciones tiene el estudio de las funciones cerebrales superiores para el aprendizaje, la enseñanza y la identificación de dificultades o trastornos en el desarrollo cognitivo?

2.4. Equilibrio afectivo emocional

El equilibrio afectivo emocional se refiere a un estado en el cual una persona experimenta estabilidad y armonía en sus

emociones y estados afectivos. A la misma vez, se afirma que es la capacidad de gestionar y regular las emociones de manera saludable y efectiva. La regulación emocional implica intentar influir en las emociones tanto en uno mismo como en los demás, es un proceso en el cual se busca tener control sobre cuándo se experimentan las emociones, cómo se experimentan y se expresan (García, 2022).

La regulación emocional es esencial para modular la respuesta emocional con el objetivo de alcanzar metas y objetivos relevantes para el individuo. Se trata de influir en las emociones de manera consciente y adaptativa, para evitar reacciones excesivas o desproporcionadas ante los estímulos emocionales. Es un proceso dinámico que implica la selección de estrategias y técnicas adecuadas para manejar y regular las emociones.

Cuando los procesos de regulación emocional se vuelven disfuncionales, pueden surgir dificultades en la gestión emocional y, en algunos casos, incluso trastornos clínicos. Por ejemplo, las personas con adicciones pueden presentar un perfil que enfrenta mayores problemas en la gestión emocional, ya que pueden recurrir a sustancias o comportamientos adictivos como una forma de regular o escapar de sus emociones desagradables.

De acuerdo con López Rosetti (2022), la estabilidad emocional y el equilibrio mental desempeñan un papel fundamental en nuestra vida cotidiana, ya que nos permiten afrontar de manera saludable y eficiente los desafíos, situaciones estresantes y relaciones con los demás. Cuando logramos un equilibrio emocional, somos capaces de tomar decisiones más acertadas, establecer relaciones interpersonales saludables y gratificantes, y disfrutar de una mayor calidad de vida en general. Además, el equilibrio emocional y mental también juega un papel importante en la prevención de problemas de salud mental, como la ansiedad y la depresión.

Desde la perspectiva anterior, las personas que experimentan un equilibrio emocional adecuado y se sienten más capacitadas para hacer frente a los desafíos que surgen en nuestra vida diaria, en lugar de reaccionar de forma impulsiva o dejarse llevar por sus emociones, son capaces de gestionar las situaciones estresantes de manera racional y efectiva, permitiendo mantener un nivel óptimo de bienestar y prevenir que el estrés se convierta en un factor perjudicial para nuestra salud.

De igual manera, el equilibrio emocional y mental brinda una base sólida para desarrollar relaciones interpersonales saludables y satisfactorias. Cuando se logra el equilibrio, se facilitan la comunicación efectiva, la comprensión de las necesidades y emociones de los demás, y el establecimiento de límites saludables, lo que favorece la construcción de relaciones sólidas y significativas, tanto en el ámbito personal como profesional.

¿Pero qué podemos decir sobre los afectos y las emociones? ¿Es lo mismo que hablar de sentimientos? Finozzi (2020) nos aclara que la emoción se caracteriza por representar un estado físico del cuerpo, mientras que el sentimiento se refiere a la experiencia consciente de ese cambio emocional. Por otro lado, los afectos se presentan como procesos evaluativos arraigados en la biología, los cuales son adaptativos y abarcan tanto cogniciones como operaciones conscientes e inconscientes.

Cuando se aborda el tema de las emociones, se hace referencia a las respuestas físicas y corporales que se experimentan en situaciones particulares. Estas respuestas pueden incluir cambios en el ritmo cardíaco, la respiración, la tensión muscular y otras manifestaciones fisiológicas que reflejan una activación emocional específica (Ortiz, 2015). Por otro lado, los sentimientos se refieren a la percepción consciente de esas respuestas emocionales, constituyendo la manera en que se experimentan internamente las emociones, otorgándoles un significado subjetivo y una interpretación personal.

Sin embargo, los afectos van más allá de la simple experiencia emocional, representan un proceso evaluativo más amplio, en el cual nuestras emociones y sentimientos se conectan con nuestras cogniciones, juicios y creencias. Los afectos son evaluaciones más generales y duraderas que influyen en nuestra perspectiva global y actitud hacia una persona, situación o evento. Estos procesos evaluativos pueden ocurrir tanto consciente como inconscientemente, lo que significa que pueden influir en nuestras respuestas y comportamientos sin que seamos plenamente conscientes de ello (Finozzi, 2020).

Los afectos también se consideran adaptativos, ya que cumplen una función importante en nuestras interacciones con el entorno. Nos ayudan a evaluar y a responder a estímulos emocionales de manera rápida y eficiente, permitiéndonos adaptarnos a diferentes situaciones y tomar decisiones acordes a nuestras necesidades y metas. Los afectos son fundamentales en la regulación emocional, ya que nos proporcionan una guía para interpretar y responder adecuadamente a las experiencias emocionales. Otra distinción sobre los afectos, las emociones y los sentimientos la presenta Ortiz (2015), al confirmar que las actitudes y valores de nuestro carácter surgen como resultado de un proceso de formación afectiva y desarrollo prolongado en el cerebro humano.

Ortiz (2015) señala que los afectos tienen lugar en situaciones en las que el individuo se ve impedido, ya sea por motivos objetivos o subjetivos, de llevar a cabo una conducta apropiada. Cuando se brinda la oportunidad de actuar de manera adecuada, los afectos no se manifiestan. Esto implica que, cuando se ofrece a las personas la oportunidad de expresar sus emociones y comportarse de acuerdo con sus necesidades y deseos legítimos, no experimentarán reacciones emocionales negativas o descontroladas; en cambio, podrán gestionar sus emociones de manera más equilibrada y adaptativa, lo que contribuye a un mayor bienestar

emocional y a relaciones interpersonales más saludables. Por lo anterior, los afectos pueden adoptar diversas formas, como estallidos de cólera, arrebatos de alegría, agitación o estados de ánimo que varían desde la desesperación hasta la tensión, entre otros.

Como ejemplo en la vida cotidiana, imaginemos a una persona que está atrapada en un atasco de tráfico. El individuo se encuentra impedido de avanzar y llegar a tiempo a su cita importante. En esta situación, la persona experimenta frustración y ansiedad debido a la imposibilidad de llevar a cabo la conducta deseada, que es llegar a su destino a tiempo. Estos afectos se manifiestan a través de estallidos de cólera, como golpear el volante, maldecir o expresar su enfado de manera verbal. Una vez que el tráfico se despeja y se le brinda la oportunidad de actuar de manera adecuada, es decir, avanzar sin obstáculos, los afectos negativos disminuyen y se calman, ya que recuperan su estado de ánimo normal.

Como ejemplo de una situación de clase, imaginemos a un estudiante que no entiende un concepto importante que ha explicado el profesor o la profesora. El estudiante se siente frustrado y desesperado, debido a su incapacidad para comprender el tema. Estos afectos se manifiestan a través de una creciente agitación y tensión emocional. Sin embargo, cuando el profesor brinda una explicación adicional o el estudiante busca más ayuda, se le ofrece la oportunidad de actuar de manera adecuada y obtener claridad en el tema. En ese momento, los afectos negativos disminuyen gradualmente y el estudiante experimenta alivio, puesto que recupera su estado de ánimo más tranquilo y receptivo para el aprendizaje.

Es importante destacar que los afectos no solo se limitan a las emociones intensas y extremas mencionadas anteriormente. También pueden incluir estados emocionales más sutiles, como la tristeza, el miedo, la felicidad moderada o la calma. Estos afectos son parte natural de la experiencia

humana y pueden surgir en respuesta a diferentes circunstancias de la vida.

Es esencial comprender que los afectos no son simplemente reacciones emocionales descontroladas. Más bien, son respuestas adaptativas y naturales a las condiciones y desafíos que enfrentamos. A través de los afectos, nuestro cuerpo y mente nos comunican información sobre nuestras necesidades, deseos y estados internos. Nos ayudan a reconocer situaciones que requieren atención, tomar decisiones y ajustar nuestro comportamiento en consecuencia.

Es fundamental considerar que los afectos pueden variar ampliamente de una persona a otra, dependiendo de su historia personal, características individuales y contexto cultural. Lo que puede generar un afecto intenso en una persona puede no tener el mismo impacto en otra. La comprensión y respeto de esta diversidad emocional es esencial para fomentar una mayor empatía y comprensión en nuestras relaciones interpersonales.

Por otra parte, desde su origen etimológico, Ortiz (2015) define la emoción como una acción de «alejarse». Esto indica que dentro de cada emoción existe una tendencia implícita a tomar acción. Además, las emociones están influenciadas por la situación en la que se producen, pero, al mismo tiempo, exhiben cierta generalización. Las emociones son situacionales porque solo se experimentan en un contexto específico; fuera de ese contexto, no se genera ninguna emoción.

Cada situación en la vida de una persona puede desencadenar una respuesta emocional particular. Por ejemplo, la pérdida de un ser querido puede generar tristeza intensa, mientras que el logro de un objetivo importante puede provocar alegría y satisfacción. Estas emociones están vinculadas a circunstancias y eventos específicos que las desencadenan.

Sin embargo, aunque las emociones están estrechamente ligadas a situaciones particulares, también pueden mostrar

cierta generalización. Esto significa que una persona puede experimentar una emoción similar en diferentes contextos que comparten características comunes. Por ejemplo, si alguien se siente alegre al recibir una buena noticia, es posible que también experimente alegría en situaciones similares, como recibir elogios o lograr un éxito personal.

Es importante destacar que la intensidad y la forma en que se manifiestan las emociones pueden variar dependiendo del contexto y las experiencias individuales. Las emociones son altamente influenciadas por el contexto en el que se desarrollan. Su manifestación y desencadenamiento están intrínsecamente ligados a situaciones específicas. Fuera de ese contexto particular, las emociones no surgen de forma natural.

Esto significa que las circunstancias, eventos y las personas involucradas en un determinado contexto son fundamentales para despertar y dar forma a nuestras emociones. En ausencia de ese entorno específico, las emociones no se manifiestan de la misma manera, resaltando así la naturaleza situacional de las experiencias emocionales.

Las emociones tienen la capacidad de influir en la forma en que un estudiante o cualquier persona se comporta, ya sea organizando o desorganizando su actuación. Por lo tanto, estas emociones pueden activar o inhibir la respuesta de la persona frente a diversas situaciones (Ortiz, 2015).

En esencia, todas las emociones actúan como proyecciones destinadas a impulsarnos a actuar de manera instantánea para enfrentar los desafíos de la vida. Estos impulsos están arraigados en el complejo entramado del cerebro humano, donde se desencadenan y se procesan las respuestas emocionales. Las emociones nos brindan una guía interna para tomar decisiones y afrontar las dificultades que encontramos en nuestro camino, influyendo en nuestra motivación, comportamiento y bienestar general.

Maturana (2002) menciona que cada emoción tiene un impacto diferente en la inteligencia. Por ejemplo, emociones como la envidia, la competencia y la ambición, entre otras, pueden disminuir la capacidad intelectual. Estas emociones tienden a generar un enfoque estrecho y limitado, centrándose en la comparación y en la búsqueda de éxito personal a expensas de la colaboración y el crecimiento conjunto. Como resultado, la capacidad de procesamiento cognitivo puede ser afectada negativamente.

Por otro lado, el amor se destaca como una emoción que amplía la inteligencia. El amor nos permite conectar con los demás de una manera empática y compasiva. Promueve la apertura mental, la aceptación y la generosidad. Estas cualidades fomentan la creatividad, la resolución de problemas y la capacidad de aprendizaje. Al amar, estamos dispuestos a escuchar, a aprender de otros y a adaptar nuestras perspectivas, lo que enriquece nuestra inteligencia emocional e intelectual (Maturana, 2002).

Basándonos en el texto anterior, resulta fundamental que el profesor tenga un conocimiento profundo de las diferentes emociones que pueden manifestar sus estudiantes, con el fin de guiarlas de manera adecuada. ¿Pero qué implica exactamente dirigir las emociones?

En primer lugar, implica el reconocimiento y comprensión de nuestras propias emociones. Esto nos permite identificar y comprender cómo nos sentimos en diferentes situaciones; en segundo lugar, implica la capacidad de controlar, evaluar, regular y expresar nuestras emociones de manera constructiva, de manera que no nos desborden ni afecten negativamente a nuestras acciones y relaciones; en tercer lugar, implica ser capaz de reconocer y comprender las emociones de los demás, desarrollando empatía y habilidades de inteligencia emocional para entender su perspectiva y responder de manera adecuada; por último, dirigir las emociones de los demás implica influir

de manera positiva en el manejo de sus emociones, así como brindar apoyo, guía y herramientas para que puedan canalizar sus emociones de forma saludable y constructiva.

En conclusión, dirigir las emociones implica un conjunto de habilidades que permiten comprender, gestionar y guiar tanto nuestras propias emociones como las de los demás, promoviendo un entorno de aprendizaje emocionalmente saludable y favorable.

Ahora bien, cuando hablamos de los sentimientos, Ortiz (2015, citando a González *et al.* 1995) refiere que son experiencias emocionales que se desarrollan gradualmente y tienen un impacto en la forma en que una persona actúa. Se caracterizan por ser duraderos y tener un alcance generalizado. Algunos ejemplos de sentimientos son el amor por el trabajo, la patria, los hijos y la ciencia, así como el odio hacia la explotación, la discriminación racial y la deshonestidad.

Es importante señalar que los sentimientos suelen manifestarse más tarde que los afectos y las emociones, y se basan en gran medida en estos últimos. Los afectos y las emociones pueden ser respuestas instantáneas a estímulos específicos, mientras que los sentimientos son una especie de generalización que se forma a partir de esas emociones.

Con base a lo expuesto anteriormente, los afectos y las emociones son respuestas inmediatas y directas a estímulos particulares en el entorno. Son reacciones espontáneas que surgen en el momento presente, en respuesta a situaciones específicas que provocan una activación emocional en una persona.

Por ejemplo, sentir miedo al ver una serpiente, experimentar alegría al recibir una buena noticia o percibir tristeza ante la pérdida de un ser querido son ejemplos de emociones y afectos que surgen en respuesta a estímulos concretos.

Sin embargo, a medida que estas emociones y afectos se repiten y se experimentan en diferentes contextos y situaciones, pueden comenzar a generalizarse y formar parte de un

sentimiento arraigado. Los sentimientos se desarrollan a través de la acumulación de experiencias emocionales similares, creando una especie de patrón emocional generalizado que se asocia con una idea, un objeto o una persona en particular. Por ejemplo, si una persona experimenta repetidamente la emoción de alegría y satisfacción en su trabajo, es posible que con el tiempo desarrolle un sentimiento arraigado de amor por su labor. Este sentimiento generalizado no surge de una sola experiencia, sino de una serie de emociones positivas asociadas con el trabajo a lo largo del tiempo.

Los sentimientos, a diferencia de las emociones y los afectos, no están limitados a un estímulo específico, sino que abarcan una gama más amplia de experiencias y contextos. Son una especie de síntesis emocional que se forma a partir de la generalización de emociones similares y su relación con diversas situaciones y experiencias.

Por consiguiente, mientras que los afectos y las emociones son respuestas instantáneas a estímulos específicos, los sentimientos son una generalización de esas emociones, que se forman a medida que se repiten y se asocian con diferentes contextos y experiencias. Los sentimientos representan un nivel más amplio y duradero de respuesta emocional, que influye en nuestra percepción, de comportamiento y de toma de decisiones a lo largo del tiempo. A medida que una persona experimenta diversas emociones en diferentes contextos, se desarrolla una nueva forma de generalización que transforma esas emociones en sentimientos.

A manera de resumen, consideremos algunas diferencias entre emociones y sentimientos:

- Las emociones y los sentimientos son dos aspectos fundamentales de nuestra experiencia afectiva, pero presentan diferencias significativas en su naturaleza y características.

- Los sentimientos se caracterizan por ser generalizados, pero enfocados en un objeto o sujeto específico, mientras que las emociones pueden surgir en relación con diversos objetos o sujetos. Por ejemplo, podemos experimentar una emoción de placer en relación con diferentes situaciones o contenidos, pero no podemos referirnos al sentimiento de amor hacia nuestra pareja sin considerar específicamente a esa persona.
- Los sentimientos trascienden las situaciones y son más estables en comparación con las emociones, que son situacionales y transitorias. Cuando desaparecen las situaciones que dieron origen a emociones agradables hacia diferentes compañeros, es probable que estos procesos afectivos no se mantengan en el individuo, ya que no existe un vínculo afectivo sostenido. Sin embargo, si un estudiante desarrolla un sentimiento de amor o amistad hacia determinados compañeros, este sentimiento puede persistir incluso cuando ya no se encuentre en una situación de interacción con ellos.
- Otra diferencia importante radica en la naturaleza de las emociones y los sentimientos en términos de intensidad y reconocimiento. Las emociones son pocas, elementales, situacionales e intensas. La furia, el miedo o el placer son ejemplos de emociones fácilmente reconocibles debido a su intensidad.
- Por otro lado, reconocer los sentimientos es una tarea más ardua y compleja. Sentimientos como la ternura, el temor, la pena, la vergüenza, la satisfacción o la alegría son difíciles de identificar y diferenciar cognitivamente en un momento determinado, ya que no se percibe de manera clara la diferencia entre la alegría, el entusiasmo, el optimismo y la felicidad, entre otros (Ortiz, 2015).

- Los sentimientos son complejos y multifacéticos. No se reducen a una sola emoción, sino que pueden englobar una amplia gama de experiencias emocionales. Por ejemplo, el sentimiento de amor puede incluir emociones como la felicidad, la alegría, la admiración, pero también puede dar lugar a emociones como la preocupación, la tristeza o el miedo ante la posibilidad de perder a la persona amada. Esta complejidad emocional en los sentimientos las distingue de las emociones simples y situacionales.
- A diferencia de las emociones, que son fugaces y pueden cambiar rápidamente según las circunstancias, los sentimientos suelen ser más duraderos y estables en el tiempo. Los sentimientos arraigados tienen la capacidad de perdurar incluso en ausencia de situaciones específicas que desencadenen emociones asociadas. Por ejemplo, el sentimiento de amor hacia alguien puede mantenerse a lo largo del tiempo, incluso si no estamos constantemente interactuando con esa persona. Esta persistencia de los sentimientos contribuye a su relevancia en nuestras vidas y a su influencia en nuestras decisiones y acciones.

Por otro lado, examinemos algunas semejanzas entre emociones y sentimientos:

- Los sentimientos tienen su origen en las emociones. Cuando experimentamos emociones recurrentes y profundas hacia un objeto o sujeto en particular, es posible que esas emociones se fortalezcan y se desarrollen hasta cristalizar en un sentimiento. Es decir, a medida que se consolidan las relaciones emocionales con un objeto o sujeto específico, se crea la base para la formación de un sentimiento.

- Los sentimientos encuentran su expresión en la vida emocional de una persona, por ejemplo, si una persona experimenta un sentimiento de amor hacia el estudio, esta emoción puede manifestarse de diferentes formas, ya sea de manera positiva o negativa, puesto que depende de la situación. Es posible que la persona se sienta emocionalmente motivada, entusiasmada y feliz al estudiar algo que ama, o, por el contrario, pueda experimentar emociones negativas como frustración o aburrimiento en situaciones que no le generen interés.
- Existe una influencia recíproca entre las emociones y los sentimientos. Por un lado, las emociones pueden alimentar y fortalecer los sentimientos, ya que las experiencias emocionales intensas y repetitivas hacia un objeto o sujeto específico pueden contribuir a la consolidación de un sentimiento más arraigado.
- Por otro lado, los sentimientos también pueden influir en nuestras emociones, ya que la presencia de un sentimiento dominante hacia algo o alguien puede condicionar nuestras reacciones emocionales ante situaciones relacionadas con ese objeto o sujeto.

A lo largo de la vida, los afectos, las emociones y los sentimientos del ser humano se desarrollan y moldean, dando forma a actitudes y valores. Estas configuraciones afectivas de orden superior, complejas en su naturaleza, tienen una influencia determinante en el comportamiento humano. En particular, cuando se interpretan de manera positiva, estas configuraciones afectivas se manifiestan en el amor; el amor implica conocimiento, valoración, práctica y comunicación.

El amor abarca una amplia gama de elementos, como el conocimiento, las habilidades, los sentimientos, las emociones, los valores y las actitudes. Ortiz (2015) menciona que la actividad de amar se compone de cuatro acciones

fundamentales: la valoración, la comunicación, la práctica y la cognición. Estas acciones son esenciales para el amor y tienen un impacto más significativo que el intelecto en la forma en que percibimos a los demás seres humanos. San Agustín lo expresó en la frase siguiente: «Si quieres conocer a una persona, no le preguntes lo que piensa sino lo que ama» (como se cita en Marina, 1996, p. 229).

Para reflexionar e indagar

- ¿De qué manera la regulación emocional afecta nuestra capacidad para alcanzar metas y objetivos relevantes en nuestra vida?
- ¿Cuál es la diferencia entre emociones, sentimientos y afectos, y cómo influyen en nuestra perspectiva y actitud hacia las personas, situaciones y eventos?
- ¿De qué manera los afectos adaptativos nos ayudan a evaluar y responder de manera eficiente a los estímulos emocionales en nuestro entorno?
- ¿Cómo influye el contexto y las experiencias individuales en la manifestación e intensidad de las emociones, y cómo pueden estas emociones influir en nuestro comportamiento y respuesta ante diferentes situaciones?
- ¿De qué manera los sentimientos arraigados, que surgen de la acumulación de experiencias emocionales similares, influyen en nuestra percepción, comportamiento y toma de decisiones a lo largo del tiempo?

3. Los dispositivos del aprendizaje

En este capítulo, nos sumergimos en la obra del neuropsicólogo Juan E. Azcoaga, explorando su enfoque pionero en

los dispositivos básicos de aprendizaje y la estrecha conexión entre la neuropsicología y la educación. Nuestro objetivo es analizar cómo los dispositivos básicos, que abarcan senso-percepción, motivación, habituación, atención y memoria, desempeñan un papel fundamental en todas las etapas de formación, colaborando para mejorar de manera positiva las habilidades académicas. A través de una minuciosa investigación, desentrañaremos los fundamentos esenciales del aprendizaje, clarificando el funcionamiento del cerebro humano en relación con esta actividad vital.

Estas investigaciones, plasmadas en estas páginas, especialmente en la sección 2.2, que trata sobre los dispositivos básicos de aprendizaje, ofrecen valiosas perspectivas sobre cómo aplicar este conocimiento en el ámbito educativo, con el objetivo de mejorar las prácticas pedagógicas y diseñar estrategias educativas más efectivas.

Este enfoque pionero se convierte en una guía imprescindible para docentes, educadores y profesionales del campo educativo que buscan maximizar el potencial de cada estudiante y fomentar un proceso de aprendizaje óptimo. A medida que se sumergen en esta obra, los lectores descubrirán una amalgama de hallazgos científicos, teorías pedagógicas y ejemplos prácticos, todo ello encaminado a enriquecer y revolucionar la forma en que concebimos y abordamos la educación.

Los DBA, también conocidos «como procesos cognitivos básicos» (Qüessep, Hernández y Montes, 2019), son condiciones necesarias en el organismo para llevar a cabo cualquier tipo de aprendizaje, en las distintas etapas de la formación (escolar, primaria, bachillerato, media y universitaria). Estos dispositivos se desarrollan de forma individual a lo largo de la vida y, al interactuar entre sí y con otras funciones, pueden mejorar positivamente las habilidades académicas (Azcoaga, 1979; Azcoaga y Mejía, 2008; Soto, 2013; Viramonte, 2000; Zenoff, 1987).

De acuerdo con Azcoaga y Peña (2008), los DBA se han clasificado en cinco grandes grupos:

- Sensopercepción
- Motivación
- Habitación
- Atención
- Memoria

Cada uno de estos grupos desempeña un papel indispensable en todo proceso de aprendizaje, y se sustenta en una fisiología y una estructura específicas.

La sensopercepción se refiere a la capacidad de percibir y comprender los estímulos sensoriales del entorno, como la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto. Una adecuada sensopercepción permite una interpretación precisa de los estímulos, facilitando el proceso de aprendizaje y comprensión.

La motivación juega un papel fundamental en el aprendizaje, ya que impulsa y dirige el esfuerzo y la persistencia hacia las metas educativas. Una adecuada motivación puede influir positivamente en la atención, en la participación activa y en el compromiso con la tarea de aprendizaje.

La habitación, un proceso esencial para la adaptación eficiente de seres humanos y animales en entornos complejos, juega un papel crucial que permite evitar respuestas excesivas ante estímulos repetitivos o irrelevantes. Este mecanismo adaptativo deja a los individuos focalizar su atención en estímulos relevantes para su supervivencia, optimizando su interacción con el entorno y mejorando su funcionamiento en distintas situaciones.

La atención es esencial para filtrar y seleccionar la información relevante del entorno, permitiendo que llegue al procesamiento cognitivo. Una atención sostenida y enfocada mejora la capacidad para procesar y retener la información de manera efectiva.

La memoria, por su parte, es el proceso de almacenamiento, retención y recuperación de la información aprendida. Una buena memoria favorece la adquisición y el uso de conocimientos a largo plazo, permitiendo la aplicación de lo aprendido en diferentes situaciones y contextos.

Cada uno de estos dispositivos básicos de aprendizaje tiene una base fisiológica y estructural en el cerebro, a medida que se estimulan y se fortalecen generan interconexiones neuronales que mejoran las competencias académicas y promueven un aprendizaje más eficiente.

En definitiva, se trata de una invitación a adentrarse en un territorio emocionante y fructífero, donde el encuentro entre la neuropsicología y la educación promete abrir nuevas puertas hacia el éxito educativo y el desarrollo pleno de los individuos en el mundo del aprendizaje.

Los dispositivos básicos de aprendizaje son herramientas y técnicas que se utilizan en la enseñanza para facilitar el desarrollo de habilidades, el crecimiento personal y la construcción de una identidad integral en los estudiantes. Al integrar estos dispositivos en la enseñanza, se promueve un aprendizaje significativo y holístico que prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la vida y contribuir de manera positiva en la sociedad.

Para reflexionar e indagar

- ¿De qué manera el conocimiento sobre los fundamentos del aprendizaje y el funcionamiento del cerebro humano, presentado en esta obra, puede impactar en la forma en que los docentes y educadores estimulan el potencial de cada estudiante y promueven un proceso de aprendizaje óptimo?
- ¿Cómo puede la interacción entre los dispositivos básicos de aprendizaje, como la motivación, la atención

y la sensopercepción, influir en la mejora de las habilidades académicas de los estudiantes en diferentes etapas educativas?

- ¿De qué manera la comprensión de los procesos cognitivos básicos, como la atención y la sensopercepción, puede ayudar a los docentes a diseñar estrategias de enseñanza más efectivas para facilitar el aprendizaje y la comprensión de los estudiantes?
- ¿Cómo puede el fortalecimiento de los dispositivos básicos de aprendizaje, como la memoria, influir en el desarrollo integral de los estudiantes y en su capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en diferentes contextos?
- ¿Cuáles son algunas estrategias o técnicas pedagógicas que los docentes pueden implementar para fomentar el desarrollo de los dispositivos básicos de aprendizaje en los estudiantes y promover un aprendizaje significativo y holístico?

3.1. Sensopercepción

En el siguiente capítulo, exploraremos la noción de «senso-percepción», un término que encapsula la intrincada relación entre la recepción de estímulos sensoriales y su interpretación. Este concepto, presente en varios idiomas, se comprende como el proceso integral de captar, procesar y otorgar sentido a los estímulos, construyendo así una representación consciente de la realidad. Diversas definiciones de expertos ofrecen perspectivas diversas sobre la «senso-percepción». En el siguiente capítulo, exploraremos las formas de organización de sensaciones y percepciones, analizando cómo factores culturales, experiencias individuales y procesos cognitivos influyen en la interpretación del mundo circundante.

La palabra «senso-percepción» se deriva de múltiples orígenes, y su definición etimológica facilita la comprensión de su significado y estructura; además, se encuentra presente en varios idiomas, cada uno de los cuales aporta una perspectiva particular en su definición. Por un lado, el término «senso-percepción» fusiona dos conceptos fundamentales: «senso» y «percepción». El componente «senso» se refiere a los sentidos, es decir, los canales por los cuales recibimos información sensorial del entorno. Por otro lado, «percepción» alude al proceso mediante el cual interpretamos y comprendemos dicha información sensorial; por lo tanto, «senso-percepción» representa la combinación de estas dos ideas, lo cual implica que engloba tanto la recepción de estímulos sensoriales como su interpretación y comprensión (Lesage, 2013).

Para estudiar el concepto, se presentan otras definiciones; por ejemplo, Plaza (2013) recurre al sentido etimológico de la palabra y define la sensopercepción como el proceso de utilizar los sentidos para capturar y experimentar de manera completa el entorno que nos rodea. Por otra parte, según la Real Academia Española (2014), la palabra «senso-percepción» tiene otra definición etimológica, basada en su origen griego, que proviene de la palabra «αντίληψη», la cual se traduce como «centinela», «senso», «captura», y refiere al acto de recibir, interpretar y comprender las señales sensoriales a través de la psiquis, provenientes de los cinco sentidos orgánicos, ya que agrega otras acepciones indoeuropeas, donde «sensación» proviene de «sent-ir», que significa «sentir», y «percepción» proviene de la raíz «pie», que significa «agarrar» o «capturar».

De acuerdo con el diccionario etimológico de Chile (2016), se expresa que la etimología de «senso-percepción» tiene un origen anglosajón, proveniente de la palabra «sio-kap», que se traduce como «sentir-capturar», «tener», «acoger» y «captar», a través del uso de los sentidos. Esta palabra

implica la recepción de experiencias y su traslado al cerebro, permitiendo así la percepción de lo que sucede en el entorno.

Otra definición, desde una perspectiva fisiológica, la ofrece Ortiz (2015), quien sostiene que la «senso-percepción» se puede entender como la representación completa e integrada de un objeto a través de la estimulación de nuestros órganos receptores; en otras palabras, es el reflejo inmediato y concreto de un objeto en forma de imagen. Este proceso implica la captación de todas las cualidades y características del objeto, lo que nos permite tener una comprensión detallada y precisa de lo que estamos percibiendo.

A su vez, en el estudio de la palabra «senso-percepción», las autoras Lascano y Macías (2018) llegaron a la conclusión de que la palabra en cuestión tiene su origen en los verbos «sentir» y «percibir», y se puede definir como la acción de interpretar algo mediante la experiencia de los estímulos sensoriales. Estos estímulos son captados por nuestros sentidos y luego transmitidos al cerebro para su procesamiento, lo que finalmente resulta en una percepción consciente.

En resumen, el término «senso-percepción» tiene sus raíces en diversos orígenes y su definición etimológica resulta fundamental para comprender su significado y estructura. Esta palabra encapsula la interacción compleja entre los procesos sensoriales y perceptuales que experimentamos como seres humanos. Al desglosar el término, se puede identificar dos elementos clave: «senso», que se refiere a nuestros sentidos y la recepción de información sensorial, y «percepción», que se relaciona con la interpretación y comprensión de dicha información. La «senso-percepción» engloba el proceso por el cual captamos, procesamos y damos sentido a los estímulos provenientes del entorno a través de nuestros sentidos; es a través de esta interacción que podemos construir una representación consciente y significativa de la realidad que nos rodea.

Existen diferentes enfoques que brindan definiciones resaltando diversos aspectos de la «sensopercepción»; algunos de estos enfoques ponen énfasis en la captura completa de las cualidades de un objeto, es decir, en la capacidad de recopilar y procesar de manera exhaustiva la información sensorial relacionada con dicho objeto.

Por otra parte, otros enfoques resaltan la interpretación psíquica de las señales sensoriales, destacando el papel de la mente en el proceso de dar sentido y significado a dichas señales, además, se hace hincapié en el acto de sentir y capturar la experiencia a través de los sentidos, subrayando la capacidad humana de experimentar y retener impresiones sensoriales que nos permiten formar una representación interna de la realidad. Estas diversas perspectivas nos ayudan a comprender mejor la complejidad y la multidimensionalidad de la «senso-percepción», abarcando tanto los aspectos físicos como los psicológicos involucrados en la interacción entre nuestros sentidos y nuestra mente.

A continuación, en las próximas secciones sobre las formas de organización de las sensaciones y las formas de organización de las percepciones, se explorarán en mayor detalle las diferentes formas de organización de las sensaciones y percepciones y se examinará cómo los antecedentes culturales, las experiencias individuales y los procesos cognitivos influyen en la forma en que se interpreta y comprende el mundo que nos rodea.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuáles son los múltiples orígenes de la palabra «senso-percepción» y cómo su definición etimológica contribuye a comprender su significado y estructura?
- ¿Cómo fusiona el término «senso-percepción» los conceptos de «senso» y «percepción» y qué implicaciones tiene esta combinación en la recepción e interpretación de los estímulos sensoriales?

- ¿Qué otras definiciones existen de «senso-percepción» y cómo varían en función de su origen etimológico, como se presenta en los ejemplos de Plaza (2013), de la Real Academia Española (2014), del diccionario etimológico de Chile (2016) y de las autoras Lascano y Macías (2018).
- ¿Cuál es el papel de los antecedentes culturales, las experiencias individuales y los procesos cognitivos en la forma en que interpretamos y comprendemos la «senso-percepción» y el mundo que nos rodea?
- ¿Cómo influye el proceso de «senso-percepción» en el aprendizaje y la adquisición de nuevos conocimientos?

3.1.1. Formas de organización de las sensaciones

Comprender el proceso sensorial es crucial tanto en el ámbito de la neurofisiología, la filosofía y la psicología como en el de la educación, debido a que constituye el primer paso en el desarrollo del conocimiento del mundo. Además, desempeña un papel esencial en la estructuración de la actividad práctica y establece los cimientos para el proceso de razonamiento. A lo largo de la historia, diferentes disciplinas han presentado diversas definiciones y enfoques respecto a la percepción y la sensación, lo cual impide establecer una definición precisa de estos conceptos (Lancón y García, 2021).

De acuerdo con Ortiz (2015) y Lascano y Macías (2018), el proceso sensorial se refiere a la forma en que percibimos y procesamos la información. Por intermedio de nuestros sentidos, a través de la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto, recibimos una gran cantidad de estímulos sensoriales del entorno que nos rodea. Estos estímulos son captados por nuestros sentidos y luego transmitidos al cerebro para su interpretación.

En el campo de la psicología, el estudio del proceso sensorial nos permite comprender cómo los seres humanos experimentan y perciben el mundo que les rodea. A través de la investigación y la observación, los psicólogos pueden analizar cómo las diferentes características sensoriales influyen en la forma en que percibimos la realidad y cómo estas percepciones afectan nuestro pensamiento, nuestras emociones y nuestro comportamiento.

En el ámbito educativo, comprender el proceso sensorial es esencial para diseñar estrategias de enseñanza efectivas; los educadores pueden utilizar la estimulación sensorial como una herramienta para ayudar a los estudiantes a adquirir y procesar información de manera más eficiente. Al integrar actividades que involucren los sentidos en el proceso de aprendizaje, se puede mejorar la retención de información y la comprensión de los conceptos.

Además, el proceso sensorial desempeña un papel crucial en la organización de la actividad práctica; a medida que interactuamos con el entorno, nuestros sentidos nos proporcionan información sobre el espacio, los objetos y las personas que nos rodean. Esta información sensorial nos permite realizar acciones físicas y coordinar nuestros movimientos de manera efectiva; por ejemplo, al caminar, nuestros sentidos nos ayudan a percibir el equilibrio, la posición de nuestro cuerpo y el entorno para evitar obstáculos y mantenernos en movimiento de manera segura.

Según Ortiz (2015), la sensación proporciona una imagen subjetiva del mundo objetivo, permitiendo que el ser humano conozca y transforme tanto el mundo externo como a sí mismo. Por consiguiente, para caracterizar el proceso sensorial, es importante considerar cuatro aspectos fundamentales:

- En primer lugar, constituye la base para el desarrollo de formas de conocimiento más complejas.

- En segundo lugar, proporciona un conocimiento limitado y superficial del objeto, sin abarcar todas sus características.
- En tercer lugar, desempeña un papel significativo en la organización y regulación de la actividad práctica, a pesar de sus limitaciones.
- Por último, es el resultado de la interacción entre el individuo y el objeto de conocimiento, por eso es imprescindible que dicho objeto estimule nuestros receptores sensoriales.

Por lo anterior, el proceso sensorial es esencial para el conocimiento, aunque requiere de otros medios para una comprensión completa, en el cual Zubiria (2007) lo reafirma al comentar que la información sensorial es crucial pero limitada; ya que los órganos sensoriales proporcionan datos perceptuales y objetivos. Sin embargo, esta información trata a los demás como objetos, sin revelar las características psicológicas individuales de una persona. Nuestros sentidos nos permiten percibir y comprender los objetos que nos rodean, pero no nos brindan un conocimiento profundo de las particularidades psicológicas y emocionales de cada individuo; para ello, es necesario ir más allá de la información sensorial y emplear otros medios de interacción y comprensión interpersonal.

Por otro lado, Forigua (2018) establece que la sensación puede ser definida como el conjunto de procesos fisiológicos que nos permiten experimentar el mundo, al ser la base biológica de nuestra experiencia consciente. Esta comprensión implica el estudio de la fisiología y el funcionamiento de las estructuras sensoriales, así como el procesamiento que ocurre en el sistema nervioso. Para entender estos procesos sensoriales, es necesario identificar y clasificar los sentidos, describir cómo cada estructura sensorial responde a formas específicas

de energía y cómo este proceso culmina en la activación de distintas regiones del sistema nervioso central.

Para Forigua (2018), la clasificación de los sentidos se basa en la teoría de la sensibilidad propuesta por Aristóteles. Esta teoría establece que existen cinco sentidos principales: vista, oído, olfato, gusto y tacto.

- La vista es el sentido mediante el cual se percibe la luz y los colores. El ojo humano puede identificar diversas longitudes de ondas de luz y convertirlas en señales eléctricas que se envían al cerebro para su procesamiento; la visión es esencial para la orientación espacial y la percepción del entorno.
- El oído es el sentido que permite percibir los sonidos y las vibraciones del entorno, se compone de tres partes principales: el oído externo, el oído medio y el oído interno. Cada una de estas partes cumple una función específica en la detección y transmisión del sonido al cerebro.
- El olfato es el sentido que permite percibir los olores del entorno. Las células receptoras del olfato se encuentran en la mucosa nasal y son capaces de detectar distintas moléculas odorantes presentes en el aire.
- El gusto es el sentido que nos permite percibir los sabores de los alimentos y las bebidas. Las papilas gustativas en la lengua pueden detectar diversas sustancias químicas presentes en los alimentos, como dulce, salado, ácido y amargo.
- El tacto es el sentido que nos permite percibir las sensaciones de presión, temperatura y dolor en la piel; la piel humana se compone de diferentes tipos de receptores táctiles capaces de detectar diversos estímulos físicos.

Es relevante destacar que, junto a estos cinco sentidos principales, hay otros sentidos que son explorados y estudiados en el ámbito de la neurociencia; por ejemplo, algunas investigaciones sugieren que el equilibrio, la propiocepción y la cinestesia (la habilidad para percibir la posición y el movimiento del cuerpo) pueden considerarse como sentidos adicionales. Estos sentidos complementarios desempeñan un papel importante en nuestra capacidad para interactuar con el entorno y tener una percepción completa de nuestro cuerpo y el mundo que nos rodea (Forigua, 2018).

Se considera que cada persona tiene variaciones individuales en sus órganos sensoriales y en el funcionamiento de su cerebro. Esto implica que no solo se recibe la información sensorial de manera diferente, sino que también se procesa e interpreta de forma única. Estas diferencias pueden deberse a factores biológicos, genéticos, ambientales y experienciales; cada individuo desarrolla su propia perspectiva del mundo a través de su experiencia sensorial única y subjetiva. Es esencial considerar esta diversidad para promover la empatía, la comprensión y el respeto hacia las distintas formas de percibir y experimentar el mundo, enriqueciéndonos mutuamente al intercambiar perspectivas y al construir una comprensión más amplia de la realidad.

En resumen, las sensaciones son un tema de debate y tienen interpretaciones variadas en diferentes campos de estudio. En general, se refieren al impacto de los estímulos tanto externos como internos en los receptores sensoriales, así como a la etapa inicial de reconocimiento por parte del cerebro. Estas sensaciones, que abarcan desde los cinco sentidos principales hasta otros sentidos, desempeñan un papel fundamental en nuestra capacidad para percibir y comprender el mundo que nos rodea. A medida que las investigaciones continúan avanzando, es probable que sigamos descubriendo más sobre la complejidad y la diversidad de las sensaciones humanas.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cómo influyen las diferentes características sensoriales en la forma en que percibimos la realidad y cómo estas percepciones afectan nuestro pensamiento, nuestras emociones y nuestro comportamiento?
- ¿Cómo podría utilizarse la estimulación sensorial como una herramienta efectiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje?
- ¿De qué manera la integración de actividades que involucren los sentidos podría mejorar la retención de información y la comprensión de los conceptos en los estudiantes?
- Considerando que la sensación proporciona un conocimiento limitado y superficial del objeto, ¿cuál crees que es el papel de otros medios de interacción y comprensión interpersonal en la obtención de un conocimiento más profundo de las características psicológicas y emocionales de las personas?
- Dado que el proceso sensorial constituye la base para el desarrollo de formas de conocimiento más complejas, ¿cómo crees que podemos aprovechar al máximo la información sensorial para enriquecer nuestro entendimiento del mundo y de nosotros mismos, sin dejar de reconocer sus limitaciones?

3.1.2. Formas de organización de las percepciones

Para Ortiz (2015) y Forigua (2018), la percepción, como proceso cognitivo, implica la interpretación y comprensión de la información sensorial proveniente del entorno. En otras palabras, nuestro cerebro se encarga de organizar, seleccionar, interpretar y otorgar significado a los estímulos sensoriales que recibimos a través de nuestros sentidos (vista, oído, olfato,

gusto y tacto). Además, los autores destacan que la percepción no es una mera reproducción de la realidad externa, sino que está influenciada por diversos factores, como nuestras experiencias previas, nuestras expectativas y nuestras emociones. Como resultado, dos personas pueden percibir de manera diferente un mismo estímulo debido a las variaciones individuales en la interpretación de la información sensorial.

Asimismo, las autoras Lascano y Macías (2018) comentan que la percepción es un proceso cognitivo fundamental que nos permite interpretar y comprender el entorno que nos rodea a través de nuestros sentidos. Es a través de la percepción que somos capaces de darle sentido a la información sensorial que recibimos. Este proceso comienza con la recepción de estímulos sensoriales, como la luz, el sonido, el olor, el sabor y el tacto, los cuales son captados por nuestros órganos sensoriales correspondientes. Estos estímulos se convierten en impulsos eléctricos que son transmitidos al cerebro para su procesamiento.

Una vez que los impulsos llegan al cerebro, se desencadenan una serie de procesos complejos. Estos procesos incluyen la selección de la información relevante de entre la multitud de estímulos que nos rodean, la organización de los datos sensoriales en patrones significativos y la integración de esta información con nuestro conocimiento previo y nuestras experiencias pasadas.

Es importante tener en cuenta que la percepción no es una simple reproducción de la realidad objetiva, sino más bien una construcción subjetiva. Nuestras experiencias previas, nuestras creencias y nuestras expectativas influyen en cómo interpretamos y damos significado a la información sensorial; por lo tanto, es posible que dos personas perciban un mismo objeto de manera diferente debido a sus diferencias culturales, personales o contextuales (Ortiz, 2015; Forigua, 2018; Lascano y Macías, 2018).

Por otra parte, para Llinás (2003), la percepción implica la validación de las imágenes sensoriomotoras generadas internamente mediante la información sensorial, que se procesa en tiempo real y que proviene del entorno. Es un proceso complejo en el cual el cerebro integra la información sensorial con los conocimientos previos y las expectativas para generar una representación coherente de la realidad. A través de los cinco sentidos, recibimos estímulos del entorno que son procesados y analizados, estos estímulos sensoriales se comparan con las imágenes internas y las expectativas almacenadas en nuestro cerebro, lo que nos permite validar y ajustar continuamente nuestras percepciones.

La percepción no es un proceso pasivo, sino que implica una interacción activa entre el cerebro y el entorno. A medida que recibimos información sensorial, se generan representaciones internas y se lleva a cabo una constante actualización y ajuste en función de las nuevas entradas sensoriales. Además, la percepción puede estar influenciada por diversos factores, como la atención, la emoción y las experiencias pasadas.

Por otro lado, Forigua (2018) identifica los principales fenómenos de percepción en diversas modalidades sensoriales, con el objetivo de describir su función. A continuación, se presentan:

- 1) El fenómeno de percepción visual, se refiere al procesamiento y comprensión de la información visual que recibimos del entorno por parte del cerebro. En otras palabras, es el proceso a través del cual se interpretan y organizan los estímulos visuales para generar una experiencia visual coherente y con significado. La percepción visual implica una serie de procesos perceptuales complejos, como la percepción de formas, colores, movimiento, profundidad y contraste; estos procesos trabajan en conjunto para construir una representación mental del entorno visual.

Además, la percepción visual puede ser influenciada por diversos factores, como la atención, la memoria y las expectativas. Por ejemplo, cuando prestamos atención a un objeto específico, es más probable que lo percibamos con mayor nitidez y detalle. A partir del fenómeno de percepción visual se identifican diferentes procesos tales como:

- Percepción de color y luminancia: se refiere al proceso en el cual la interpretación de los distintos tonos cromáticos (colores) y niveles de brillo que percibimos a través de nuestros ojos es realizada por el cerebro. Este proceso se inicia con la respuesta selectiva de los conos presentes en la retina, los cuales son células sensibles a diversas longitudes de onda de la luz.
- Percepción de movimiento: se refiere a la habilidad del cerebro para interpretar el movimiento en el entorno, tanto si es real como si es ilusorio. Esto abarca situaciones en las que un objeto se mueve físicamente y también casos en los que percibimos movimiento, aunque no exista en realidad, por ejemplo, cuando seguimos con la mirada un objeto en movimiento o cuando experimentamos ilusiones ópticas de movimiento.
- Percepción de espacio: se refiere a la capacidad del cerebro para interpretar y comprender la organización espacial de los objetos en el entorno. Esto implica la habilidad de reconocer formas básicas, percibir objetos y comprender sus características geométricas, así como también la percepción de la profundidad y la visualización tridimensional. Además, incluye la capacidad de percibir el tamaño de los objetos y cómo estos cambian a medida que se alejan o se acercan.
- Percepción de formas: se refiere a la capacidad del cerebro para identificar y diferenciar diversas formas y

patrones en el entorno visual; esto abarca el reconocimiento de objetos conocidos, como rostros, letras y números, así como la capacidad de percibir patrones abstractos y simetrías.

- Percepción de objetos: se refiere a la capacidad del cerebro para reconocer y comprender los objetos presentes en el entorno visual, esto abarca la habilidad de percibir el tamaño, la forma y la posición de los objetos, así como su relación con otros elementos en la escena.
- Percepción de tamaño: se refiere a la capacidad del cerebro para interpretar el tamaño real de los objetos presentes en el entorno visual, incluso cuando se encuentran a diferentes distancias; la constancia de tamaño es un fenómeno en el cual la experiencia del tamaño se mantiene constante y coherente con nuestras vivencias anteriores del mundo.

2) El fenómeno de percepción auditiva se refiere a la capacidad del cerebro para procesar y comprender los sonidos presentes en el entorno auditivo, esto implica la habilidad de distinguir diversos sonidos, como voces humanas, música, y comprender su contenido lingüístico o musical. Además, la percepción auditiva implica la interacción de diferentes sonidos en el ambiente, dando lugar a fenómenos más complejos; a partir del fenómeno de percepción auditiva se identifican diferentes procesos como los siguientes:

- Percepción de tonos: se refiere a la capacidad del cerebro para reconocer y diferenciar distintos tonos y frecuencias presentes en el entorno auditivo. La percepción auditiva en su conjunto depende de los patrones sonoros, cuyo comportamiento ondulatorio permite

identificar ciertas propiedades físicas que generan diversas cualidades auditivas.

- Percepción de sonoridad: se refiere a la intensidad con la cual se percibe un estímulo sonoro y está relacionada con la fuerza del patrón de ondas. La fuerza del estímulo se cuantifica en decibeles (dB) y la experiencia de sonoridad puede ser evaluada mediante una escala conocida como «escala de sonoridad». El oído humano puede detectar un rango de intensidades que va desde aproximadamente -10 dB hasta 130 dB, aunque esto también varía según el tipo de frecuencia sonora, ya que no somos igualmente sensibles a todas ellas.
- Percepción de timbre: se relaciona con la característica del sonido que posibilita distinguir entre dos tonos que tienen la misma intensidad y tonalidad, pero que son generados por instrumentos musicales distintos. El timbre es la cualidad que permite percibir un sonido como más o menos vibrante y se define como la mezcla de varias frecuencias que conforman un sonido complejo.
- Percepción del habla: se refiere a la habilidad de nuestro cerebro para analizar y comprender los patrones lingüísticos del habla humana, que incluyen la diferenciación de fonemas, palabras y oraciones, así como la capacidad de categorización necesaria para identificar un sonido como parte de una categoría específica.
- Percepción musical: se relaciona con la capacidad de nuestro cerebro para unir sonidos en estructuras rítmicas y armónicas, centrándose en la complejidad de la organización de los sonidos combinados en lugar de considerarlos de forma individual.

- 3) El fenómeno del tacto y otras modalidades cutáneas se refiere a las vivencias que experimentamos a través de la

piel, que abarcan una amplia gama de sensaciones, como la percepción de calor o frío, texturas ásperas o suaves, superficies lisas o rugosas, objetos duros o blandos. También incluye la capacidad de explorar el entorno completo mediante la interacción de los sentidos, como el tacto, la sinestesia y la propiocepción. De esta manera, no solo podemos tocar objetos de forma pasiva, sino también explorarlos y reconocerlos de manera activa; a partir de la observación del fenómeno del tacto y otras modalidades cutáneas, se pueden reconocer diversos procesos como los siguientes:

- Sentido del tacto: el sentido del tacto se refiere a la sensación que se produce cuando se aplica presión sobre la piel y esta se deforma; la habilidad para detectar estímulos mecánicos en la piel depende de la región estimulada, ya que nuestro cerebro cuenta con áreas corticales de procesamiento más extensas para las zonas cutáneas más sensibles. El tacto también está relacionado con la capacidad de reconocer la textura de las superficies y percibir vibraciones.
- Agudeza táctil: se refiere a la capacidad de discernir de manera precisa a través de la piel, y puede evaluarse al medir la distancia mínima requerida para distinguir dos puntos de presión. Esta agudeza varía según la región del cuerpo que se estimule, como las zonas que utilizamos para explorar nuestro entorno las más sensibles y precisas en este aspecto.
- Esterognosis táctil: se refiere a la capacidad de reconocer objetos a través de la exploración activa mediante la manipulación, como estirar, frotar o apretar. Esta habilidad nos permite distinguir entre el tacto activo y pasivo, modalidades que se distinguen por la exploración intencional frente a la no intencional.

- Percepción de la temperatura: se relaciona con nuestra capacidad para percibir cambios de temperatura en objetos que entran en contacto con nuestra piel, así como la relación entre la temperatura del entorno y la del cuerpo. Esto se logra gracias a la presencia de receptores cutáneos especializados en la detección de estímulos fríos y calientes, los cuales median esta modalidad de respuesta sensorial. Además, es posible encontrar fenómenos peculiares, como la percepción de temperatura paradójica, donde algo frío puede ser experimentado como extremadamente caliente.
 - Dolor: es una sensación desagradable o aversiva que surge como respuesta a estímulos que pueden causar daño al organismo. Los nociceptores son los receptores responsables de detectar estos estímulos y enviar señales al cerebro, donde se procesa la información y se genera la sensación de dolor. Esta experiencia cumple una función de alerta, ya que nos proporciona información sobre estímulos que pueden representar un peligro para nuestro cuerpo.
- 4) El fenómeno de los sentidos químicos, según Forigua (2018), abarca la capacidad intrínseca del cuerpo humano para obtener información acerca de las propiedades químicas presentes en su entorno. Esto implica la habilidad de percibir moléculas odorantes a distancia (olfato), cuando estas entran en contacto con las células de la mucosa olfatoria. Asimismo, se relaciona con la facultad de experimentar los sabores provenientes de alimentos y otras sustancias que interactúan con los receptores ubicados en las papilas gustativas. Cabe destacar que las moléculas, que pueden ser identificadas a través del sentido del olfato, deben ser volátiles y solubles, es decir, capaces de dispersarse en el aire y diluirse en líquidos, como el

epitelio de la mucosa olfatoria. Mediante el análisis detallado del fenómeno de los sentidos químicos, es posible discernir una serie de procesos distintivos, entre los cuales se incluyen:

- Gusto: el sentido del gusto es uno de los sentidos químicos que nos permite percibir los sabores fundamentales en nuestra cultura occidental (dulce, amargo, salado y ácido), además del sabor umami presente en la cultura oriental. Los receptores gustativos se encuentran en las papilas gustativas de la lengua y están especializados en detectar distintos tipos de sabores. La información que recibimos a través del gusto nos proporciona información sobre si una sustancia es nutritiva o potencialmente tóxica.
 - Olfato: el sentido del olfato es uno de los sentidos químicos que nos permite percibir y reconocer moléculas odorantes en el entorno. Los receptores olfatorios se encuentran en la mucosa olfatoria de la nariz y están especializados en detectar diversos tipos de olores. La información que obtenemos a través del olfato nos permite determinar si hay sustancias potencialmente perjudiciales o beneficiosas en nuestro entorno cercano. Además, el olfato desempeña un papel importante en la selección de pareja y en otras interacciones sociales.
- 5) El fenómeno de la percepción del tiempo se refiere a cómo percibimos el tiempo físico que se mide de manera objetiva para las personas, pues el tiempo parece transcurrir más rápido o más lento, según diversas variables de los eventos que experimentan. Tal como lo señala Forigua (2018), se puede afirmar que en momentos monótonos se experimenta una sensación de que el tiempo transcurre de manera pausada, en contraste con situaciones interesantes

y estimulantes, donde el tiempo parece transcurrir de manera veloz. Además, es evidente que la percepción del tiempo guarda una conexión estrecha con la percepción del espacio y viceversa.

En resumen, estos fenómenos perceptivos conforman un sistema complejo que nos brinda información vital para nuestra interacción con el entorno, la percepción es un proceso continuo y dinámico, en el que nuestros sentidos trabajan en conjunto para construir una representación significativa y coherente del mundo que nos rodea. Es a través de la percepción que podemos interpretar y comprender la realidad, lo cual nos permite adaptarnos, tomar decisiones informadas y disfrutar plenamente de nuestra experiencia sensorial en el mundo.

Para reflexionar e indagar

- ¿Qué papel juega el conocimiento previo en la interpretación de los estímulos sensoriales?
- ¿Es posible que nuestra percepción cambie a lo largo del tiempo? ¿Por qué?
- ¿Cómo afecta la cultura y el contexto social en nuestra percepción del mundo?
- ¿Existen trastornos o condiciones que puedan alterar la percepción de una persona?
- ¿Cómo influyen los sentidos en la percepción del mundo? ¿Hay algún sentido que sea más importante que otros en este proceso?

3.2. Motivación

La presente sección se adentra en la esencia de la motivación humana, ya que revela cómo todos los actos y actividades encuentran su impulso en motivos subyacentes. Se analiza

cómo la voluntad se despierta mediante estímulos que buscan saciar necesidades de aprendizaje, sin importar su forma psicológica concreta, ya sean aspiraciones, ideales o convicciones. En este contexto, se explora cómo el surgimiento de un motivo siempre va acompañado de la búsqueda de un objetivo, el cual proporciona al individuo o estudiante la oportunidad de satisfacer el motivo y, en consecuencia, la necesidad relacionada.

A lo largo del tiempo, los expertos en psicología han dedicado esfuerzos considerables para identificar y comprender los motivos humanos fundamentales, lo cual ha dado lugar al desarrollo de diversas teorías de la motivación. Entre las más reconocidas se encuentran la teoría de la jerarquía de necesidades de Maslow, la teoría de la motivación-higiene de Herzberg, la teoría de la expectativa de Vroom y la teoría de la equidad de Adam. Cada una de estas teorías aporta una perspectiva única sobre cómo se puede estimular y dirigir la motivación en las personas, así como los factores que influyen en su comportamiento. Las teorías mencionadas proveen un marco conceptual valioso para comprender la complejidad de la motivación humana y ofrecen pautas que pueden aplicarse en diversos contextos para fomentar la satisfacción y el rendimiento óptimo.

Por otro lado, autores como Estrada (2018) y Aguado (2019) relacionan la motivación como un estado interno que impulsa a las personas a tomar acciones orientadas hacia el logro de metas específicas. Esta motivación puede surgir tanto de factores internos como externos, y su origen puede estar influenciado por aspectos biológicos, psicológicos y sociales. La motivación intrínseca se origina en el interior de la persona, donde se experimenta placer o satisfacción al realizar una actividad por sí misma; por otro lado, la motivación extrínseca es influenciada por factores externos, como recompensas o castigos. Además, los autores hacen referencia a otros tipos de motivación, como la motivación de aproximación, en la

cual se experimenta motivación al buscar alcanzar una meta u objetivo específico, y la motivación de evitación, donde la motivación surge al intentar evitar consecuencias negativas.

A medida que se desarrolla la motivación se ve moldeada por la experiencia y el aprendizaje a lo largo del tiempo. Además, diversos factores, como la retroalimentación, las recompensas y los castigos, pueden ejercer influencia sobre la motivación; por consiguiente, la experiencia adquirida proporciona información valiosa acerca de las acciones que generan resultados favorables y se acercan a la consecución de metas, así como de aquellas que pueden desembocar en consecuencias negativas o frustrantes. Este aprendizaje influye en la manera en que los individuos perciben sus metas y en la intensidad de su motivación hacia ellas.

Adicionalmente, la retroalimentación proporciona información acerca del progreso y el desempeño en relación con las metas, lo cual puede generar un estímulo adicional para mantener o ajustar la motivación. Asimismo, las recompensas, tanto tangibles como intangibles, pueden aumentar la motivación al asociarse con logros o satisfacción personal. Por otro lado, los castigos o consecuencias negativas pueden generar una motivación para evitar resultados indeseables o situaciones adversas.

3.2.1. Clases de conductas motivadas

Según Aguado (2019), las conductas motivadas se caracterizan por estar orientadas hacia la consecución de metas específicas, aumentan así las posibilidades de obtener resultados deseables para el individuo, es decir, reforzadores. Los reforzadores positivos aumentan la repetición de una conducta, mientras que los reforzadores negativos la disminuyen. Los reforzadores pueden variar entre personas y cambiar con el tiempo, al ser primarios (como comida) o secundarios (como dinero o elogios).

Sin embargo, existen diversos factores tanto internos como externos que pueden influir en las conductas motivadas; estos factores incluyen las necesidades biológicas, psicológicas y sociales, así como la retroalimentación, las recompensas y los castigos. Además, las conductas motivadas pueden ser aprendidas a través de la experiencia y el aprendizaje, y pueden ser influenciadas por factores culturales y sociales.

Según Aguado (2019), es posible clasificar las conductas motivadas en diferentes categorías según su propósito o finalidad; por ejemplo, algunas conductas motivadas pueden estar dirigidas a satisfacer necesidades biológicas como el hambre, la sed o el sueño, otras conductas motivadas pueden estar orientadas a satisfacer necesidades psicológicas, como la necesidad de pertenencia, la necesidad de logro o la necesidad de autonomía. También, las conductas motivadas pueden clasificarse en función de su nivel de complejidad, desde conductas simples, como presionar un botón para obtener una recompensa, hasta conductas más complejas, como la resolución de problemas o la creatividad.

La variedad de conductas motivadas puede tener un impacto relevante en el ámbito educativo y en el proceso de aprendizaje; por ejemplo, las conductas motivadas que buscan satisfacer necesidades biológicas, como el hambre o la sed, pueden interferir con el aprendizaje si no se atienden adecuadamente. Del mismo modo, las conductas motivadas enfocadas en la satisfacción de necesidades psicológicas, como la necesidad de pertenencia o la necesidad de logro, pueden influir en la motivación y el compromiso de los estudiantes hacia el aprendizaje.

Esto implica que los educadores deben ser conscientes de las diferentes motivaciones que impulsan a los estudiantes y reconocer cómo estas necesidades influyen en su capacidad para participar y comprometerse con el proceso educativo. Al abordar y nutrir estas diversas motivaciones, los docentes

pueden crear un entorno propicio para el aprendizaje, fomentando una mayor motivación intrínseca y un mayor grado de compromiso por parte de los estudiantes.

Al reconocer la importancia de satisfacer las necesidades biológicas básicas, los educadores pueden, por ejemplo, proporcionar pausas adecuadas para que los estudiantes puedan alimentarse y mantenerse hidratados, lo que contribuirá a su bienestar general y a su capacidad para enfocarse en el aprendizaje. Del mismo modo, al promover un sentido de pertenencia y alentar el desarrollo de habilidades de logro, los docentes pueden fomentar la motivación intrínseca y el compromiso activo de los estudiantes, ya que generan un ambiente de aprendizaje más enriquecedor.

Además, diversos factores externos pueden influir en las conductas motivadas, tales como la retroalimentación y las recompensas (Aguado, 2019); en consecuencia, los educadores disponen de diferentes estrategias para motivar a los estudiantes y promover conductas motivadas positivas. Un enfoque efectivo implica proporcionar retroalimentación positiva y recompensas que fomenten la participación y el compromiso de los estudiantes con el proceso de aprendizaje.

La retroalimentación positiva es fundamental para el desarrollo de conductas motivadas, ya que reconoce y refuerza los esfuerzos y logros de los estudiantes o las personas, al proporcionar comentarios constructivos y alentadores. Los educadores pueden aumentar la confianza de los estudiantes en sus habilidades y promover un ambiente de apoyo que fomente la motivación intrínseca, esto puede incluir el reconocimiento de avances, el elogio por el esfuerzo realizado y la valoración de las ideas y contribuciones de los estudiantes. La retroalimentación positiva no solo motiva a los estudiantes a continuar con su trabajo, sino que también les ayuda a mejorar y alcanzar metas académicas más altas.

Además de la retroalimentación, las recompensas pueden ser utilizadas como un incentivo efectivo para promover conductas motivadas y adoptar diversas formas, como certificados, privilegios adicionales o pequeños obsequios. Al vincular estas recompensas con el logro de objetivos y comportamientos deseables, los educadores pueden estimular la motivación extrínseca en los estudiantes y alentar su compromiso con el aprendizaje. Sin embargo, es importante encontrar un equilibrio entre las recompensas externas y la motivación intrínseca, para evitar que los estudiantes se centren exclusivamente en la obtención de premios y pierdan de vista el valor inherente del aprendizaje en sí mismo.

3.2.2. Fundamentos biológicos de la motivación

Los fundamentos biológicos de la motivación se centran en los procesos fisiológicos y neurobiológicos que están detrás de los estados motivacionales. Aunque se ha progresado significativamente en la comprensión de estos fundamentos, todavía existen muchas incógnitas con relación a estos procesos. Más aún, para Estrada (2018) y Aguado (2019), la motivación es un proceso complejo que involucra múltiples factores, que incluyen elementos biológicos, psicológicos y sociales. Sin embargo, en cuanto a los fundamentos biológicos de la motivación, se pueden mencionar varios aspectos que influyen en este proceso. En primer lugar, se ha demostrado que la motivación puede estar influenciada por factores genéticos e instintivos, algunos estudios han encontrado que ciertos comportamientos motivados, como la búsqueda de alimento o la reproducción, pueden estar programados en nuestros genes y ser heredados de generación en generación. Además, los instintos también pueden influir en la motivación, ya que son patrones de comportamiento innatos que se activan en respuesta a ciertos estímulos.

En segundo lugar, otro factor biológico que influye en la motivación es la alteración de la homeostasis orgánica. Cuando nuestro cuerpo experimenta una carencia, como la sed, el hambre o la necesidad de respirar, se activan mecanismos motivacionales que nos impulsan a buscar la satisfacción de esas necesidades. Estos mecanismos están regulados por el sistema nervioso autónomo y el sistema endocrino, que trabajan juntos para mantener el equilibrio interno del cuerpo (Estrada, 2018).

Por lo anterior, se ha demostrado que ciertas áreas del cerebro están involucradas en la motivación. Por ejemplo, el sistema de recompensa del cerebro, que incluye el núcleo *accumbens* y el área tegmental ventral, se activa cuando experimentamos placer o satisfacción por algo que hemos hecho. Esta activación puede ser un factor motivacional para repetir ese comportamiento en el futuro; no obstante, es crucial considerar que la motivación es un proceso dinámico y complejo que también se ve influenciado por factores psicológicos y sociales.

Desde otra perspectiva biológica, comenta Aguado (2019) que existen ciertos elementos fundamentales que ejercen influencia en la motivación:

- Sistema límbico: es una red de estructuras cerebrales que desempeña un papel esencial en la regulación de las emociones y la motivación. En particular, el hipotálamo, que forma parte del sistema límbico, ejerce un rol destacado en la regulación de las conductas motivadas asociadas con las necesidades básicas del organismo, como la alimentación y la reproducción.
- Neurotransmisores: son sustancias químicas que se liberan en el cerebro y participan en la comunicación entre las células nerviosas. Algunos neurotransmisores, como la dopamina y la serotonina, se han vinculado con la motivación y el placer.

- Hormonas: son compuestos químicos producidos por el cuerpo que regulan diversos procesos fisiológicos. Algunas hormonas, como la adrenalina y el cortisol, desempeñan un papel en la respuesta al estrés y pueden influir en la motivación.
- Sistema de recompensa: es un circuito conformado por estructuras cerebrales que está involucrado en la regulación de la motivación y la sensación de placer. La liberación de dopamina en el sistema de recompensa ha sido asociada con la experiencia placentera y la motivación para buscar recompensas.

En síntesis, estos elementos básicos, desde una perspectiva biológica, tienen un impacto en la motivación, incluyendo el sistema límbico, los neurotransmisores, las hormonas y el sistema de recompensa. Aunque se ha avanzado en la comprensión de estos aspectos, todavía existen muchos otros aspectos de los fundamentos biológicos de la motivación que necesitan ser explorados y estudiados en mayor medida.

3.2.3. El apego y la motivación

Para la psicóloga Rodríguez (2021) y el psicoanalista Marrone (2018), el apego es una inclinación innata que los seres humanos tienen para establecer lazos emocionales fuertes con personas específicas, especialmente durante los primeros años de vida. Esta necesidad intrínseca y evolutiva busca obtener protección, apoyo emocional y regulación a través de la figura del cuidador o cuidadora. Si bien el apego se considera un concepto limitado, al ser un subconjunto de los vínculos afectivos, se manifiesta principalmente entre los niños y sus padres, así como entre las parejas.

La formación de un vínculo de apego requiere la presencia de una base segura que permita al individuo experimentar

contención, regulación y proximidad. Para su establecimiento, es fundamental el contacto físico directo, el cual puede ser a través del contacto piel a piel. Además, el apego siempre se desarrolla en el contexto de una regulación del estrés, lo que implica que su formación esté relacionada por cómo el individuo aprende a manejar y adaptarse a situaciones estresantes (Rodríguez, 2021; Marrone, 2018).

La importancia del apego radica en su influencia en la salud mental y emocional de las personas, el patrón de apego que se desarrolla en la infancia tiende a mantenerse estable a lo largo del tiempo y se vincula estrechamente con la autoestima, la capacidad de reflexión y la competencia narrativa en la vida adulta. Un apego seguro y saludable proporciona una base sólida para el desarrollo emocional y cognitivo, fomentando la confianza en sí mismo, la capacidad de regular las emociones y la habilidad para establecer relaciones significativas con los demás.

En el ámbito del aprendizaje y la educación, el apego cobra relevancia, ya que influye en la forma en que los individuos interactúan con los demás y perciben el entorno educativo. Un niño con un apego seguro tendrá una mayor disposición para explorar y aprender, ya que se sentirá respaldado y protegido. Por otro lado, aquellos que experimentan un apego inseguro pueden mostrar dificultades en el ámbito escolar, presentando problemas de concentración, baja autoestima o dificultades para regular sus emociones.

Es fundamental que los entornos educativos reconozcan la importancia del apego y promuevan relaciones cálidas y seguras entre estudiantes y educadores, fomentar un clima de confianza, empatía y respeto contribuirá a crear un ambiente propicio para el aprendizaje y el desarrollo integral de los alumnos. Asimismo, es relevante que los profesionales de la educación estén capacitados para identificar posibles dificultades de apego en los estudiantes y brindar el apoyo necesario para promover su bienestar emocional y académico.

La función principal del apego es brindar protección y cuidado, considerándose uno de los sistemas motivacionales fundamentales en los seres humanos. Los niños que establecen un apego seguro con sus figuras de apego tienen una mayor probabilidad de desarrollar una autoestima saludable, habilidades adecuadas para regular sus emociones y una mayor capacidad de resiliencia frente a situaciones estresantes. Por el contrario, aquellos niños que no logran establecer un apego seguro pueden experimentar dificultades emocionales y de conducta, como ansiedad, depresión, agresividad y problemas para establecer relaciones interpersonales saludables.

La teoría del apego, estudiada por Marrone (2018) y John Bowlby (1907-1990), sostiene que el apego tiene como función primordial la protección y el cuidado, y se considera uno de los sistemas motivacionales fundamentales en los seres humanos. Los niños que establecen un apego seguro con sus figuras de apego tienen una mayor probabilidad de desarrollar una autoestima saludable, una mejor capacidad para regular sus emociones y una mayor resiliencia frente a situaciones estresantes.

Por otro lado, aquellos niños que no logran establecer un apego seguro pueden desarrollar problemas emocionales y de conducta y dificultades para establecer relaciones interpersonales saludables. Estos problemas pueden surgir debido a una falta de satisfacción de las necesidades de apego, lo cual puede generar en el niño una sensación de inseguridad y ansiedad.

En relación con la motivación, Marrone (2018) señala que el apego se considera un sistema motivacional, ya que impulsa a los niños a buscar la cercanía y el contacto con sus figuras de apego para satisfacer sus necesidades de cuidado y protección. De esta manera, los niños que establecen un apego seguro con sus figuras de afecto se sienten seguros y protegidos, lo que les permite explorar el mundo con confianza y curiosidad.

En contraste, aquellos niños que no establecen un apego seguro pueden experimentar inseguridad y ansiedad, lo cual puede limitar su capacidad para explorar el mundo y satisfacer sus necesidades de aprendizaje y desarrollo. En este sentido, el apego y la motivación están estrechamente relacionados, ya que el apego puede influir en la motivación de los niños para explorar el mundo y adquirir nuevas habilidades.

En el ámbito del aprendizaje y la educación, se pueden identificar diversas figuras de apego que desempeñan un papel esencial en el desarrollo de los individuos. Estas figuras pueden variar dependiendo del contexto y las etapas de desarrollo. Entre las posibles figuras de apego se encuentran:

- Los padres y familiares, así como hermanos o abuelos, quienes brindan seguridad y respaldo emocional a los niños en su proceso educativo.
- Los maestros y educadores también desempeñan un papel fundamental al establecer una relación cercana y afectuosa con los estudiantes. Esta relación de apego seguro proporciona orientación, apoyo emocional y fomenta un ambiente de confianza en el entorno escolar.
- Mentores y guías pueden ser figuras significativas de apego, brindando orientación, inspiración y apoyo durante la trayectoria educativa de los estudiantes.
- Los compañeros y amigos tienen importancia en el contexto educativo como figuras de apego. Estas relaciones de amistad y apoyo mutuo contribuyen a crear un entorno seguro y propicio para el aprendizaje, promoviendo la confianza y el bienestar emocional de los estudiantes.
- En algunos casos, los estudiantes con necesidades especiales pueden establecer un vínculo de apego con profesionales de apoyo, como terapeutas ocupacionales,

logopedas o psicólogos escolares. Estas figuras brindan atención personalizada y ayudan a satisfacer las necesidades específicas de los estudiantes en su proceso educativo, fortaleciendo así su sentido de seguridad y pertenencia.

En resumen, el apego y la motivación están íntimamente ligados, el apego cumple una función esencial de protección y cuidado, y su presencia o ausencia puede impactar en el desarrollo socioemocional de los niños. El establecimiento de un apego seguro favorece el desarrollo de una autoestima saludable, una regulación emocional adecuada y una mayor resiliencia ante situaciones estresantes. Además, el apego se considera un sistema motivacional, que impulsa a los niños a buscar la proximidad con sus figuras de apego, lo cual influye en su motivación para explorar y aprender en el mundo que les rodea.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cómo influyen los diferentes tipos de motivación, como la intrínseca y la extrínseca, en el comportamiento y el rendimiento de los estudiantes en su búsqueda de metas educativas específicas?
- ¿Cómo pueden los educadores abordar y nutrir las diversas motivaciones de los estudiantes para crear un entorno propicio para el aprendizaje y fomentar la motivación intrínseca y el compromiso activo?
- ¿Cuáles son los elementos biológicos que influyen en la motivación y cómo interactúan entre sí para regular los estados motivacionales?
- ¿Cómo influye el apego en el desarrollo socioemocional de los individuos y qué impacto tiene en su motivación para explorar y aprender?

- ¿Cuál es el papel de las figuras de apego en el ámbito educativo y cómo pueden influir en la motivación y el bienestar emocional de los estudiantes?

3.3. Habitación

El capítulo sobre habitación explora un proceso vital para la adaptación de seres humanos y animales en entornos complejos, una respuesta adaptativa esencial que permite evitar respuestas excesivas ante estímulos repetitivos o irrelevantes, pues optimiza así la interacción con el entorno. La habitación regula las respuestas reflejas del organismo, ajusta su intensidad en función de la familiaridad y relevancia del estímulo, un mecanismo fundamental para la supervivencia. Este proceso adaptativo, que implica la disminución de respuestas conductuales tras la exposición repetida a un estímulo, es crucial tanto a corto como a largo plazo. La habitación, además, se convierte en una herramienta valiosa en el ámbito educativo, puesto que permite mejorar la atención y retención de información al exponer repetidamente a los estudiantes a estímulos relevantes.

El proceso de habitación desempeña un papel crucial en la capacidad de los seres humanos y los animales para adaptarse y funcionar eficientemente en entornos complejos. Esta respuesta adaptativa permite evitar reaccionar de manera excesiva o innecesaria ante estímulos que se presentan de manera repetitiva o que carecen de relevancia para el organismo. Al habituarse, comenta Domjan (2019), el individuo logra enfocar su atención y sus acciones en estímulos que son importantes para su supervivencia y bienestar, optimizando así su interacción con el medio ambiente.

La habitación actúa sobre las respuestas reflejas del organismo, regulando su intensidad y frecuencia en función de la familiaridad y la importancia del estímulo. A través

de este proceso, se logra una mayor eficiencia en las interacciones con el entorno, ya que el organismo deja de destinar recursos y energía a estímulos que se han vuelto predecibles o carecen de consecuencias significativas. Esta capacidad de ajustar las respuestas refleja en función de la experiencia y la familiaridad con los estímulos es fundamental para la supervivencia y el funcionamiento óptimo en entornos complejos (Domjan, 2019).

Tanto los seres humanos como los animales se encuentran constantemente expuestos a una variedad de estímulos en su entorno. Estos estímulos pueden ser visuales, auditivos, táctiles o de cualquier otra naturaleza, y pueden cambiar rápidamente en términos de intensidad, frecuencia o relevancia. La habituación se convierte así en un mecanismo esencial para evitar que el comportamiento se vea constantemente determinado por los cambios en el entorno. Al adaptarse y habituarse a estímulos repetitivos, el organismo puede focalizar su atención y sus respuestas en estímulos que son realmente importantes y relevantes para su bienestar y supervivencia.

En procura de la definición de habituación, Martínez, Arístides y Montánchez (2018) mencionan que la habituación puede ser conceptualizada como un tipo de aprendizaje negativo que se produce en respuesta a estímulos auditivos repetitivos y monótonos. A medida que el estímulo se repite, la respuesta asociada disminuye gradualmente hasta que se inhibe por completo. Este proceso refleja la capacidad del organismo para dejar de reaccionar con el reflejo de orientación-investigación ante estímulos que carecen de novedad y se presentan de manera constante.

En una perspectiva adicional, Mora (2019) menciona que la habituación es un proceso de aprendizaje en el cual la exposición repetida a un estímulo provoca una disminución en la magnitud de la respuesta conductual hacia ese estímulo; en otras palabras, la persona se adapta al estímulo y deja de

reaccionar de manera intensa o sorprendida ante él. Por ejemplo, si alguien reside cerca de una calle con mucho tráfico, inicialmente puede sentirse molesto o distraído por el constante ruido de los automóviles; sin embargo, con el tiempo, el cerebro se acostumbra al sonido y reduce su atención hacia él. De esta manera, la habituación se puede considerar como un mecanismo adaptativo que nos permite enfocar nuestra atención en estímulos más relevantes o novedosos.

Es relevante destacar que la habituación no es un proceso irreversible, y que la exposición prolongada a un estímulo puede provocar una disminución de la respuesta conductual solo de forma temporal. Además, la habituación puede ser específica al estímulo, lo que implica que una persona puede habituarse a un sonido en particular, pero seguir reaccionando intensamente ante otros sonidos similares.

Por otro lado, Coral Melo *et al.* (2021) comentan que el cerebro, a través de su capacidad de habituación, implementa un proceso mediante el cual filtra y desatiende estímulos previamente conocidos, evitando la asignación de atención consciente a los mismos. Esta habilidad de habituación permite al cerebro dirigir y concentrar su atención en una tarea específica, evitando distracciones innecesarias provenientes de estímulos familiares. De esta manera, se logra una mayor eficiencia cognitiva al enfocarse en la tarea principal y optimizar los recursos atencionales disponibles.

Según Becerra y Pinto (2019), existen dos tipos de habituación que pueden ocurrir tanto en el corto como en el largo plazo, o entre sesiones de estimulación. La habituación de corto plazo se caracteriza por la reducción de la respuesta de parpadeo a medida que se suceden los bloques de ensayos dentro de una sesión de estimulación con intervalos breves. Esto significa que, después de estar expuesto repetidamente a un estímulo en un corto periodo de tiempo, la respuesta de parpadeo disminuirá progresivamente. Por ejemplo, si se

reproduce un sonido fuerte varias veces seguidas, la reacción de sobresalto disminuirá con cada presentación.

Por otro lado, la habituación a largo plazo o entre-sesiones de estimulación se refiere a la disminución de la respuesta después de una exposición repetida a un estímulo con intervalos más espaciados en el tiempo; en otras palabras, cuando se expone de forma repetida a un estímulo en un periodo de tiempo más prolongado, la respuesta inicial se ve disminuida. Por ejemplo, si se reproduce un sonido fuerte una vez al día durante varios días, la respuesta de sobresalto disminuirá con cada presentación.

La habituación juega un papel fundamental en el aprendizaje y en la educación, ya que influye en cómo procesamos y respondemos a los estímulos en nuestro entorno. En el contexto educativo, la habituación de corto plazo puede ser aprovechada para optimizar la atención y concentración de los estudiantes. Al exponerlos repetidamente a ciertos estímulos relevantes en intervalos breves, como conceptos clave o información importante, se puede lograr una disminución de la respuesta de sobresalto inicial, lo que permite una mayor focalización en el contenido educativo.

Por otro lado, la habituación a largo plazo es relevante en la consolidación de aprendizajes más duraderos. Al exponer a los estudiantes de manera repetida pero espaciada en el tiempo a ciertos estímulos o información, se promueve la disminución progresiva de la respuesta inicial, que facilita la retención y la integración de los conocimientos en la memoria a largo plazo.

En ambos casos, tanto en el corto como en el largo plazo, la habituación contribuye a mejorar el proceso de aprendizaje, al permitirnos enfocarnos en estímulos relevantes y evitar respuestas excesivas o distracciones ante estímulos familiares. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la habituación puede ser específica al estímulo, por lo que es necesario

diseñar estrategias educativas variadas para evitar una habituación excesiva, y garantizar la atención sostenida y la motivación de los estudiantes.

En resumen, la habituación es un proceso adaptativo que permite al organismo ajustarse y adaptarse a estímulos repetitivos en su entorno. Al habituarse, el individuo logra filtrar y evitar respuestas innecesarias o excesivas a estímulos irrelevantes, enfocando su atención y acciones en aquellos estímulos que son relevantes y significativos para su supervivencia y bienestar. Esta capacidad de adaptación y focalización es esencial tanto para los seres humanos como para los animales, ya que les permite funcionar de manera eficiente en entornos complejos y en constante cambio.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cómo podría aplicarse la habituación de corto plazo en el aula para mejorar la concentración de los estudiantes durante las lecciones?
- ¿Cuáles podrían ser algunas estrategias efectivas para utilizar la habituación a largo plazo y promover una retención duradera de los conocimientos adquiridos?
- ¿De qué manera la habituación puede influir en la motivación de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje?
- ¿Qué precauciones se deben tomar al utilizar la habituación como una estrategia educativa para evitar la pérdida de interés o la desmotivación de los estudiantes?
- ¿Cómo podría la habituación afectar la forma en que los estudiantes perciben la relevancia de los estímulos educativos?
- ¿De qué manera la habituación puede impactar la capacidad de los estudiantes para adaptarse a entornos educativos cambiantes o nuevos?

3.4. Atención

En esta sección se examina la atención como un proceso esencial para seleccionar y procesar información relevante mientras se descartan distracciones. Se destaca su función central en la percepción y toma de decisiones, ya que poseen un conjunto de habilidades mentales que facilitan la concentración en estímulos específicos. La atención se caracteriza por su capacidad para filtrar información, ya que mejora la eficiencia del procesamiento. Diversas perspectivas, desde enfoques históricos hasta neurocognitivos, exploran cualidades, tipos y componentes de atención. Se clasifica la atención según niveles de automatización, voluntariedad y capacidad limitada, incluyendo estados de alerta, orientación, selección y control ejecutivo, todos regulados por sistemas cerebrales específicos. Este capítulo resalta la complejidad y dinamismo inherentes al proceso atencional.

La atención se considera un proceso cognitivo esencial que engendra la capacidad de selección, concentración y procesamiento de información relevante del entorno, al mismo tiempo que activamente excluye o filtra información irrelevante o distractora. Asimismo, esta función mental desempeña un papel crucial al dirigir los recursos cognitivos hacia estímulos específicos, optimizando así la capacidad de percepción, comprensión y toma de decisiones (Ortiz, 2015; Kahneman, 2011; Stanovich, 2009).

Cuando se menciona la atención como un proceso cognitivo, se hace referencia a un conjunto de habilidades mentales que permiten dirigir el enfoque hacia estímulos específicos y mantener dicha concentración durante un periodo de tiempo definido. Esta capacidad de selección y concentración se basa en mecanismos cognitivos y neuronales complejos que involucran diversas regiones cerebrales y sistemas neuroquímicos.

La atención resulta útil para filtrar constantemente la información que se recibe del entorno, lo que permite enfocarse

en lo relevante para las metas, intereses o tareas en ese momento. Este proceso selectivo implica la supresión o inhibición de estímulos irrelevantes o distractorios, de esa manera evitar una sobrecarga cognitiva que facilite un procesamiento más eficiente de la información de interés.

Al seleccionar y concentrarse en la información relevante, la atención también desempeña una función fundamental en el procesamiento de dicha información, lo que permite asignar recursos mentales adicionales a los estímulos seleccionados y mejorar la percepción, el análisis y la comprensión de dicha información. Además, mantener la atención sostenida en un estímulo particular que puede favorecer la retención de la información en la memoria a largo plazo.

Por otro lado, existen varias definiciones de atención. Según Freud (1997 [1895]), puede ser analizada desde múltiples perspectivas, considerándola como un mecanismo, un estado y un proceso. Con relación al mecanismo atencional, se describe su composición mediante distintos tipos de neuronas, algunas permeables e impermeables, cuya interacción produce la inhibición o facilitación del curso de una cantidad denominada *Q*. Refiriéndose Freud en su descripción de la atención al término utilizado por él para representar una carga de excitación psíquica, estas interacciones pueden ocurrir de forma normal o patológica, y están influenciadas por la experiencia biológica del individuo.

En cuanto al estado de atención, Freud (1997 [1895]) señala que este se refiere al reconocimiento de un signo de cualidad, que se encuentra entre la expectación y las catexias desiderativas, también se refiere al estado de vigilia, que se opone al estado de sueño. Por último, la atención se considera como un proceso que implica el flujo de cantidades relacionadas con la percepción, el desplazamiento de la cantidad *Q* y la asociación de signos de cualidad.

Por otro lado, Bayardo (2016), desde una perspectiva histórico-cultural de Lev Vygotsky, menciona que la atención

se comprende como la habilidad para enfocar selectivamente la conciencia en un fenómeno presente en la realidad. En el caso de los seres humanos, esta capacidad está influenciada por el control consciente que ejercemos a través del lenguaje; por lo tanto, cuando nos referimos a la atención humana, nos estamos refiriendo a una forma de comportamiento superior que se diferencia cualitativamente de la atención como una función básica.

Desde otra perspectiva, de modelos neurocognitivos, comenta Palencia (2018), se emplean diversas metáforas para describir la atención, tales como filtro, esfuerzo, recursos, foco y procesos de control de la memoria operativa. Aunque no existe un consenso definitivo sobre la definición precisa de la atención, se reconoce que involucra una variedad de procesos neurológicos y cognitivos, que incluye la alerta, la orientación, la selección y el sostenimiento de la atención.

En cuanto a las cualidades, Bayardo (2016) menciona seis:

- La concentración implica la habilidad de enfocarse en un estímulo específico y bloquear otros estímulos irrelevantes.
- La estabilidad se refiere a la capacidad de mantener la atención en un estímulo específico durante un periodo prolongado.
- La selectividad implica la habilidad de seleccionar y enfocarse en un estímulo específico entre varios estímulos presentes en el entorno.
- La distribución se relaciona con la capacidad de llevar a cabo dos o más acciones exitosamente, manteniendo el mismo nivel de atención en ambas.
- La conmutación implica la habilidad de cambiar de una actividad u objeto de atención a otro sin perder el nivel de atención ni el rendimiento.

- La pos-voluntariedad se refiere a la capacidad de mantener la atención en un estímulo específico incluso después de que el estímulo inicial se haya retirado.

En cuanto a los tipos de atención, Bayardo (2016) distingue dos:

- La atención involuntaria, que ocurre de forma automática y no requiere esfuerzo consciente.
- La atención voluntaria, que implica un enfoque consciente y requiere esfuerzo y control consciente.

Sin embargo, en una revisión conceptual más amplia sobre los tipos de atención se mencionan los siguientes:

- La atención selectiva se refiere a la capacidad de enfocar la atención en un aspecto o estímulo relevante, mientras se ignora la información considerada como distractora. Este tipo de atención desempeña un papel fundamental en la realización de tareas que requieren concentración y ayuda a evitar la sobrecarga de información (Bayardo, 2016; Forigua, 2018).
- La atención sostenida implica mantener la atención en un estímulo específico sin que la calidad del procesamiento de información disminuya. Este tipo de atención es crucial para mantener la concentración en tareas prolongadas y para prevenir la fatiga mental (Bayardo, 2016).
- La atención dividida implica la capacidad de atender varios estímulos de manera simultánea con un nivel eficiente de procesamiento. Este tipo de atención requiere altos niveles de concentración y esfuerzo, que es más fácil de lograr cuando los canales de información se presentan en modalidades diferentes, como visual y auditiva (Bayardo, 2016; Forigua, 2018).

Además, Sánchez (2018) menciona que la atención también puede clasificarse según su nivel de automatización, voluntariedad y capacidad limitada, y destaca algunos componentes de la atención:

- El estado de alerta se refiere a un estado de vigilia y activación que nos prepara para procesar información. Este componente está relacionado con la actividad del sistema reticular activador ascendente (ARAS) en el tronco cerebral.
- La orientación se refiere a la capacidad de dirigir la atención hacia un estímulo específico. Este componente se relaciona con la actividad del sistema colinérgico en el cerebro.
- La selección implica la capacidad de filtrar la información relevante y desechar la información distractora. Este componente está relacionado con la actividad del sistema noradrenérgico en el cerebro.
- El control ejecutivo es la capacidad de mantener la atención y cambiarla según las demandas de la tarea. Este componente se relaciona con la actividad del sistema dopaminérgico en el cerebro.

Cada uno de estos componentes está regulado por diferentes estructuras cerebrales y sistemas neuroquímicos, y su interacción permite que la atención sea un proceso complejo y dinámico.

3.4.1. Fundamentos biológicos de la atención

La atención es un proceso cognitivo esencial que nos permite seleccionar, concentrarnos y procesar información relevante de nuestro entorno. Mientras ignoramos o filtramos la información distractora, sus fundamentos biológicos se basan

en la interacción compleja entre varias estructuras cerebrales y sistemas neuroquímicos. El sistema reticular activador ascendente (ARAS) juega un papel fundamental en el mantenimiento de un estado de alerta adecuado y en la regulación de la atención; según la investigación de Missonnier *et al.* (2013), el ARAS es una red de neuronas ubicada en el tronco cerebral que desempeña un papel crucial en el estado de vigilia y activación necesarios para procesar la información. Este sistema actúa como una especie de interruptor que controla la activación global del cerebro y contribuye a la capacidad de enfocar la atención en estímulos específicos, su correcto funcionamiento es fundamental para mantenernos alerta y receptivos a los estímulos del entorno, lo que nos permite dirigir nuestra atención de manera eficiente y procesar la información de manera adecuada.

Los sistemas colinérgicos, que hacen uso del neurotransmisor acetilcolina, desempeñan un papel esencial en la orientación de la atención. Según la investigación realizada por Hasselmo y Sarter (2011), estos sistemas están implicados en la capacidad de dirigir la atención hacia estímulos específicos. La acetilcolina actúa como un mensajero químico que facilita la comunicación entre las células nerviosas y desempeña un papel crucial en la modulación de la atención. Estos sistemas colinérgicos contribuyen a la selección y amplificación de la información relevante, permitiendo que nos enfoquemos en estímulos específicos y mejoremos nuestra capacidad de procesamiento cognitivo. Su funcionamiento adecuado es esencial para una atención enfocada y selectiva, lo que nos permite interactuar de manera efectiva con nuestro entorno y realizar tareas de manera eficiente.

Por otro lado, los sistemas noradrenérgicos, que emplean el neurotransmisor noradrenalina, desempeñan un papel significativo en la selección de información relevante y la supresión de información distractora. La investigación realizada

por Aston y Cohen (2005) informa que estos sistemas están involucrados en el procesamiento atencional, al filtrar y priorizar estímulos que son pertinentes para la tarea en cuestión. La noradrenalina actúa como un mensajero químico que regula la transmisión de señales entre las células nerviosas y contribuye a la modulación de la atención.

Por lo tanto, estos sistemas noradrenérgicos desempeñan un papel crucial en la regulación de la atención, permiten enfocarnos en la información relevante mientras suprimimos la interferencia de estímulos distractores. Su correcto funcionamiento es esencial para un procesamiento atencional efectivo y la capacidad de mantener la concentración en tareas exigentes.

En contraste, según las investigaciones de Nieoullon (2002), los sistemas dopaminérgicos que emplean el neurotransmisor dopamina tienen un papel fundamental en el control ejecutivo de la atención. Estos sistemas están involucrados en la regulación de aspectos clave de la atención, como la capacidad de mantener la concentración durante periodos prolongados, cambiar el enfoque atencional según las demandas de la tarea y regular el nivel de alerta.

Desde el punto de vista anterior, la dopamina desempeña un papel crucial en la modulación de la actividad neuronal y la comunicación entre diferentes regiones cerebrales implicadas en los procesos atencionales. Estos sistemas dopaminérgicos son responsables de facilitar la flexibilidad cognitiva y el control ejecutivo, permitiéndonos adaptar nuestra atención a las demandas cambiantes del entorno. Un adecuado funcionamiento de estos sistemas es esencial para un rendimiento atencional óptimo y la capacidad de regular y dirigir nuestra atención de manera eficiente.

En estudios más recientes, Caicedo (2017) comenta que, según la evidencia derivada de estudios que utilizan neuroimágenes, la atención se considera un sistema orgánico con

su propia anatomía y redes neuronales separadas. Por consiguiente, las diversas funciones de la atención, como mantener el estado de alerta, dirigir la información sensorial y resolver conflictos entre emociones y pensamientos en competencia, se llevan a cabo en redes neuronales distintas. Sin embargo, es crucial que estas redes operen de manera coordinada para garantizar un desempeño exitoso en la tarea en la que la atención está involucrada.

La red neuronal de la atención parece tener como objetivo influir en otras redes cerebrales, como el área sensorial primaria, el sistema límbico y la corteza motora. Además, se ha observado que en situaciones en las que existen conflictos entre estímulos que compiten por el control de una respuesta, se activan otras áreas cerebrales, como el área prefrontal lateral. A partir de estos hallazgos, se sugiere que la red neuronal de la atención desempeña un papel regulador en otras redes cerebrales involucradas en procesos de pensamiento y emociones (Caicedo, 2017).

Por otra parte, los fundamentos biológicos de la atención, que se basan en la compleja interacción entre diversas estructuras cerebrales y sistemas neuroquímicos, desempeñan un papel crucial en el aprendizaje y la educación. Estos fundamentos nos brindan una comprensión de cómo nuestro cerebro dirige y regula nuestra capacidad de procesar de manera selectiva la información del entorno.

La comprensión de los mecanismos biológicos de la atención tiene un impacto significativo en el ámbito educativo, ya que nos permite entender cómo funciona la atención selectiva. La capacidad de enfocarnos en aspectos relevantes de la información y bloquear distracciones resulta fundamental para el aprendizaje efectivo. Asimismo, la atención sostenida nos permite mantener la concentración en tareas prolongadas, lo cual favorece el procesamiento y la retención de la información.

El conocimiento de los fundamentos biológicos de la atención también nos capacita para diseñar estrategias educativas que fomenten un entorno propicio para el aprendizaje. Al comprender la importancia de los sistemas colinérgicos en la orientación de la atención, podemos utilizar enfoques pedagógicos que involucren estímulos visuales y auditivos para captar la atención de los estudiantes de manera efectiva.

En conclusión, los fundamentos biológicos de la atención son esenciales para comprender cómo nuestro cerebro procesa la información y cómo podemos mejorar el aprendizaje en el contexto educativo. Al tener en cuenta estos fundamentos, podemos adaptar nuestras estrategias pedagógicas y crear entornos de aprendizaje que promuevan una atención selectiva, sostenida y eficiente, lo cual contribuirá a mejorar la calidad de la educación.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuál es el papel de la atención en la adquisición y retención de conocimientos, y cómo podemos optimizar este proceso en el contexto educativo?
- ¿Qué estrategias pedagógicas pueden implementarse para promover una atención selectiva y sostenida en los estudiantes?
- ¿De qué manera influyen las cualidades y tipos de atención (concentración, estabilidad, selectividad, distribución, conmutación, pos-voluntariedad) en el desempeño de los estudiantes y su capacidad para procesar y retener información en el contexto educativo?
- ¿En qué medida el conocimiento de los fundamentos biológicos de la atención puede ayudar a abordar los desafíos de la distracción y la falta de concentración en el aula?

- ¿Cómo pueden los fundamentos biológicos de la atención impactar la forma en que diseñamos y desarrollamos estrategias educativas?

3.5. Memoria

Cuando se trata de la memoria es importante comprender el término que tiene su origen en la palabra latina *memini*, que significa grabar o incrustar. La raíz se refiere a la presencia de una huella de información que ha sido procesada anteriormente y que se puede recuperar a través de la recolección o el recuerdo; no obstante, la memoria no es un órgano visible que se pueda observar mediante radiografías o tocar directamente.

El momento de la historia en el que la memoria comienza a tener importancia, según Alaniz *et al.* (2022), es a finales del siglo XIX, cuando William James (2006), el primer filósofo y psicólogo estadounidense, propone un modelo dual de la memoria. Este modelo está compuesto por la memoria primaria o inmediata, que se refiere a una duración corta y almacena información consciente en un momento específico, y la memoria secundaria, que es de larga duración y contiene una variedad de conocimientos adquiridos a lo largo de toda la vida.

Después, hacia finales del siglo XIX, comentan Alaniz *et al.* (2022), surgió un interés notable en Alemania por el estudio científico de la memoria. Fue Ebbinghaus (1998), un psicólogo, quien llevó a cabo la primera investigación experimental de la memoria en un laboratorio bajo condiciones controladas. Su investigación se enfocó en analizar cómo se retienen las secuencias de sílabas sin sentido, conocidas como trigramas. Utilizó el «método de los ahorros» para determinar el tiempo necesario para aprender inicialmente estas series de trigramas y, como resultado de su estudio, propuso un modelo teórico basado en tres supuestos: que las representaciones

de la memoria adoptan forma de imágenes, que los elementos que ocurren simultáneamente se asocian en la memoria y que las propiedades de la memoria se pueden descubrir al estudiar sus unidades más simples.

Para autores como Ortiz (2015), Caicedo (2017), Alaniz *et al.* (2022) y León y Peña (2022), la memoria es un proceso psicológico fundamental, que desempeña un papel crucial al almacenar, codificar y recuperar información, conceptos y habilidades que son aplicables en múltiples aspectos de nuestra vida diaria. Este proceso mental es esencial para adaptarnos y relacionarnos con nuestro entorno de manera efectiva; sin embargo, al ser parte inherente de nuestro organismo, la memoria se ve afectada por el desgaste natural que ocurre con el paso del tiempo, lo que puede conducir a ciertas pérdidas inevitables. Por tanto, es importante reconocer que la memoria requiere cuidado y ejercicio para mantener su funcionamiento óptimo y preservar nuestras capacidades cognitivas a lo largo del tiempo.

Ahora bien, existen distintos tipos de memoria con características y funciones específicas. Alaniz *et al.* (2022) indica que la memoria sensorial se refiere a la capacidad de retener información sensorial por un breve periodo. La memoria a corto plazo se encarga de mantener información durante un tiempo limitado, que generalmente va desde unos segundos hasta unos minutos; por otro lado, la memoria a largo plazo es capaz de retener información durante un periodo más prolongado, que puede abarcar días, semanas, meses o incluso años. Por último, la memoria de trabajo nos permite mantener y manipular información en nuestra mente durante un corto periodo de tiempo para llevar a cabo una tarea específica.

A lo largo del tiempo, ha habido un intenso debate entre científicos y filósofos respecto a las condiciones necesarias para emplear el término «memoria». Los autores

León y Peña (2022) argumentan que la definición clásica es demasiado amplia, ya que abarca otros productos mentales como creencias, pensamientos o deseos. Sostienen que hay aspectos implícitos en la memoria que son fundamentales para delimitarla: en primer lugar, destacan que la memoria es un proceso limitado al pasado y debe estar causalmente conectada a experiencias anteriores; en segundo lugar, señalan que no basta con evocar un evento pasado, sino que la memoria implica una reexperiencia directa y consciente de dicho evento. Este enfoque excluye no solo la memoria no declarativa, sino también la memoria semántica, ya que sostiene que «conocer» o «saber» no es equivalente a recordar, y solo este último cumpliría los criterios para ser considerado memoria.

Si recopilamos algunas definiciones de Ortiz (2015), Caicedo (2017), Alaniz *et al.* (2022) y León y Peña (2022), sobre los principales tipos de memoria, se describen a continuación las siguientes:

- La memoria sensorial es responsable de retener información sensorial de manera temporal. Por ejemplo, cuando se percibe una imagen, la memoria sensorial la almacena por un corto periodo antes de ser procesada por la memoria a corto plazo. La memoria sensorial se divide en memoria icónica (visual) y memoria ecoica (auditiva).
- La memoria a corto plazo permite retener información durante un breve lapso, generalmente entre 20 y 30 segundos, y se utiliza para recordar datos como números de teléfono o direcciones. Su capacidad es limitada, estimándose entre 5 y 9 elementos de información.
- La memoria de trabajo es una forma de memoria a corto plazo que se utiliza para mantener y manipular

información en la mente mientras se lleva a cabo una tarea. Por ejemplo, al leer una oración, la memoria de trabajo permite mantener la información presente mientras se la procesa y se la relaciona con conocimientos previos.

- La memoria a largo plazo es responsable de retener información durante largos periodos de tiempo, desde minutos hasta años, y se divide en tres tipos: memoria episódica, memoria semántica y memoria procedimental.
- La memoria episódica se refiere a la memoria de eventos específicos que hemos experimentado personalmente, como recordar la primera vez que montamos en bicicleta o el último encuentro con un amigo.
- La memoria semántica se relaciona con el conocimiento general sobre el mundo, como el significado de las palabras o hechos históricos.
- La memoria procedimental se encarga de almacenar habilidades y destrezas motoras, como nadar, andar en bicicleta, cocinar o tocar un instrumento musical.

Por lo anterior, las experiencias y las influencias que una persona recibe a lo largo de su vida generan huellas cognitivas, que conforman su experiencia y sus conocimientos. Estas vivencias, producto de la interacción con el entorno, no desaparecen, sino que perduran, se almacenan y pueden ser recuperadas a través de la memoria.

Por otro lado, desde una perspectiva del aprendizaje educativo, León y Peña (2022) plantean diferentes estrategias para fortalecer los procesos de memoria:

- Codificación: proceso mediante el cual la información captada a través de los sentidos se convierte en representaciones mentales. Para fortalecer la memoria

mediante la codificación es importante prestar atención a la información y relacionarla con conocimientos previos; por ejemplo, al aprender sobre la Revolución francesa, se puede establecer conexiones con otros eventos históricos conocidos.

- Almacenamiento: proceso de guardar información en la memoria a largo plazo. Para fortalecer la memoria durante el almacenamiento, es útil repetir la información y relacionarla con conocimientos existentes en la memoria; por ejemplo, al aprender vocabulario en un idioma extranjero, se puede repetir las palabras y relacionarlas con términos ya conocidos en ese idioma.
- Recuperación: proceso de acceder a la información almacenada en la memoria. Para fortalecer la memoria a través de la recuperación, es beneficioso practicar la recuperación de la información varias veces; por ejemplo, al aprender una lista de fechas históricas, se puede practicar para recordar esas fechas en diferentes momentos del día.
- Elaboración: implica relacionar la nueva información con conocimientos previos. Al hacer esto, se establecen conexiones más sólidas entre la nueva información y la existente en la memoria, lo que facilita la retención; por ejemplo, al aprender sobre la estructura de las células, se puede relacionar con la estructura de un edificio.
- Organización: implica estructurar la información de manera lógica y coherente. Al organizar la información, se facilita su comprensión y retención; por ejemplo, al aprender sobre los diferentes tipos de ecosistemas, se puede organizar la información en categorías o clasificaciones lógicas.

Por todo lo anterior, el desarrollo de la memoria es un aspecto fundamental en el proceso de aprendizaje, es crucial fomentar el ejercicio de la memoria y motivar a los estudiantes a memorizar conceptos, siempre basándose en la comprensión de lo que están aprendiendo, de manera que la memorización vaya más allá de una simple recepción pasiva de información. Lamentablemente, los sistemas educativos actuales no ponen suficiente énfasis en la práctica y aplicación de la memorización para lograr un aprendizaje significativo; sin embargo, para Demera *et al.* (2020), los docentes tienen la oportunidad de implementar estrategias que permitan a los estudiantes ejercitar su memoria y beneficiarse de una combinación de enfoques: el aprendizaje memorístico, el crítico y el reflexivo. De esta manera, los estudiantes podrán desarrollar diversos estilos y ritmos de aprendizaje que se ajusten a sus necesidades e intereses individuales.

Para reflexionar e indagar

- ¿Qué papel desempeña la conexión entre la memoria, la comprensión y la aplicación del conocimiento en el desarrollo de habilidades cognitivas y el éxito académico?
- ¿Cómo podemos motivar a los estudiantes a ir más allá de la simple recepción de información y buscar un aprendizaje más significativo?
- ¿De qué manera podemos personalizar el aprendizaje para permitir a los estudiantes desarrollar sus propios estilos y ritmos de aprendizaje?
- ¿Cuáles son las limitaciones de los sistemas educativos actuales en relación con la ejercitación y aplicación de la memorización?
- ¿Cuál es la importancia de la memoria en el proceso de aprendizaje y cómo podemos fortalecerla?

4. Neurociencia, cognición y conducta

En el siguiente apartado, exploraremos la fascinante intersección entre neurociencia, cognición y conducta. La neurociencia, centrada en el sistema nervioso, investiga la relación entre la actividad cerebral y la conducta, que es un campo multidisciplinario. Además de estudiar la plasticidad del sistema nervioso, la neurociencia se aplica en educación para mejorar métodos de enseñanza. La conexión intrínseca entre neurociencia, cognición y conducta se revela a través de técnicas como la resonancia magnética funcional y la electroencefalografía, permitiendo comprender cómo procesamos información, tomamos decisiones y nos comportamos en entornos complejos.

Para el pensador Barrientos (2021), la neurociencia se refiere al conjunto de disciplinas científicas dedicadas a la investigación del sistema nervioso, enfocándose particularmente en la relación entre la actividad cerebral y la conducta y el aprendizaje. Esta disciplina se encarga del estudio exhaustivo del cerebro y todos sus aspectos, y de funciones especializadas, que incluyen al cerebro mismo, a la médula espinal y a las redes de células nerviosas, llamadas neuronas. Según Cumpa (2019), este estudio del sistema nervioso tiene la finalidad de comprender cómo se originan el pensamiento, la conciencia, la interacción social, la creatividad, la percepción, el libre albedrío, la emoción y otros fenómenos similares que implica el carácter multidisciplinario de esta disciplina. De esta manera, la neurociencia requiere la colaboración de neurólogos, psicólogos, psiquiatras, filósofos, lingüistas, biólogos, ingenieros, físicos y matemáticos, así como médicos, sociólogos, teólogos y expertos en diversas disciplinas. El entendimiento del funcionamiento cerebral es una tarea que involucra a todos estos campos del conocimiento. A continuación, se presentan algunas características de la neurociencia:

- Estudio del sistema nervioso: la neurociencia se dedica al estudio integral del sistema nervioso, su objetivo es comprender cómo estos componentes funcionan para regular emociones, pensamientos, comportamientos y funciones corporales básicas; la investigación en neurociencia busca desvelar los mecanismos y procesos cerebrales y su influencia en nuestra forma de ser y relacionarnos con el entorno.
- Relación con la conducta y el aprendizaje: la neurociencia investiga cómo el funcionamiento cerebral se relaciona con la conducta y el aprendizaje; es decir, examina cómo el cerebro procesa la información, establece conexiones neuronales y se adapta durante el proceso de aprendizaje. A través de la neurociencia, se obtiene una comprensión más profunda de cómo el cerebro cambia y se adapta en diferentes etapas del desarrollo, y cómo esto influye en nuestro aprendizaje; además, proporciona información sobre los enfoques de enseñanza y aprendizaje más efectivos.
- Plasticidad del sistema nervioso: la neurociencia nos enseña acerca de la plasticidad del sistema nervioso, es decir, su capacidad para cambiar y adaptarse. A lo largo de la vida, el cerebro puede modificar sus conexiones neuronales en respuesta a la experiencia y el aprendizaje. Esta plasticidad brinda oportunidades para aprovechar al máximo nuestro potencial de aprendizaje y desarrollo.
- Aplicación en el ámbito educativo: los conocimientos generados por la neurociencia pueden ser utilizados para informar y mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje. Comprender cómo funciona el cerebro y cómo aprendemos nos permite optimizar los ambientes educativos y adaptar las estrategias pedagógicas para lograr mejores resultados en la educación (Barrientos, 2021).

Por otro lado, según Barrientos (2021), la neurociencia, la cognición y la conducta están intrínsecamente vinculadas. Como se mencionó anteriormente, la neurociencia se enfoca en el estudio del sistema nervioso, incluyendo el cerebro, y su relación con la conducta y el aprendizaje; la cognición, por su parte, se refiere a los procesos mentales involucrados en el conocimiento, en la percepción, en la memoria, en el pensamiento y en la resolución de problemas, mientras que la conducta se refiere a las acciones y respuestas observables de un individuo.

La neurociencia nos proporciona una comprensión más profunda de cómo los procesos cognitivos se relacionan con la conducta. Los neurocientíficos utilizan técnicas de investigación, como la resonancia magnética funcional (fMRI) y la electroencefalografía (EEG), para examinar la actividad cerebral, mientras las personas realizan tareas cognitivas específicas. Esto nos permite identificar las áreas cerebrales involucradas en diferentes aspectos de la cognición y cómo se relacionan con la conducta observable.

Por ejemplo, la neurociencia ha revelado que la toma de decisiones está asociada con la actividad en regiones específicas del cerebro, como la corteza prefrontal. Estos hallazgos nos ayudan a comprender cómo los procesos cognitivos, como la evaluación de opciones y la consideración de riesgos, influyen en nuestras decisiones y comportamiento.

Además, la neurociencia también ha contribuido a nuestra comprensión de cómo los procesos cognitivos se relacionan con la conducta social. Por ejemplo, se ha investigado la empatía, que implica la capacidad de comprender y compartir las emociones de los demás. En el ámbito de la neurociencia, se ha descubierto que la empatía está asociada con la activación de regiones cerebrales relacionadas con la percepción y la regulación emocional. Estos descubrimientos nos permiten comprender cómo los procesos cognitivos y emocionales se entrelazan para influir en la conducta social.

Ahora bien, ¿qué es la cognición? Para los autores Manrique (2020) y Fréré *et al.* (2022), la cognición se refiere a la habilidad innata del ser humano para procesar información, adquirir conocimiento, comprender, pensar, recordar, razonar y resolver problemas. Es un conjunto complejo de procesos mentales que nos permite interactuar con el entorno, interpretar la realidad y tomar decisiones. La cognición abarca una amplia variedad de actividades mentales, que van desde las más básicas, como la percepción de estímulos sensoriales, hasta las más sofisticadas, como el razonamiento abstracto y la resolución de problemas. Estos procesos cognitivos incluyen la atención, la percepción, la memoria, el lenguaje, la toma de decisiones, la creatividad, el pensamiento crítico y la metacognición.

Nuestro procesamiento cognitivo se ve influenciado por nuestras necesidades, experiencias, expectativas y valores. Estos factores individuales y contextuales dan forma a nuestra forma de percibir, interpretar y recordar la información. Además, las herramientas y los signos semióticos, como el lenguaje, actúan como mediadores en el desarrollo cognitivo, permitiéndonos comunicarnos, representar el conocimiento y acceder a niveles más avanzados de pensamiento (Manrique, 2020).

Es importante tener en cuenta que la cognición no se limita únicamente al individuo, sino que también se ve influenciada por el entorno social y cultural en el que nos desenvolvemos, por ejemplo, la teoría sociocultural destaca la importancia del contexto y el lenguaje en el desarrollo cognitivo, al argumentar que el aprendizaje y la adquisición de conocimiento son procesos que ocurren a través de la interacción social.

De esta manera, según la psicodramatista y gestaltista Manrique (2020), existen dos tipos de procesos cognitivos, los inferiores y los superiores, que se refieren a distintos niveles

de procesamiento mental y su relación con la neurociencia y la conducta. Estos procesos son influenciados por factores culturales y lingüísticos, y se desarrollan a lo largo de la vida.

Los procesos cognitivos inferiores son compartidos con otras especies y sientan las bases sobre las cuales se construyen los procesos cognitivos superiores, estos incluyen la percepción y la atención, que nos permiten interpretar y focalizar nuestra atención en estímulos del entorno. Por otro lado, los procesos cognitivos superiores son exclusivos de los seres humanos y se desarrollan a través de la influencia cultural y lingüística; estos se dividen en categorías rudimentarias y avanzadas. Los procesos cognitivos superiores rudimentarios se desarrollan al participar en una cultura, especialmente a través del lenguaje oral, estos incluyen habilidades como el razonamiento causal básico, la toma de decisiones, la planificación y la inhibición.

Los procesos cognitivos superiores avanzados requieren instrucción y mediación para su desarrollo, e implican habilidades más complejas como la escritura y la lectura. Estos procesos requieren un mayor nivel de sofisticación cognitiva y se desarrollan a través de la interacción con el entorno y la adquisición de conocimientos y habilidades específicas.

En el ámbito de la neurociencia, se ha observado que los procesos cognitivos inferiores y superiores están asociados con distintas áreas y redes cerebrales; por ejemplo, la percepción visual se relaciona con las áreas primarias visuales del cerebro, mientras que el razonamiento y la toma de decisiones implican la activación de áreas prefrontales.

En cuanto a la conducta, los procesos cognitivos inferiores y superiores influyen en cómo percibimos, interpretamos y respondemos a estímulos y situaciones. Los procesos cognitivos inferiores nos permiten procesar la información básica del entorno, mientras que los procesos cognitivos superiores nos capacitan para realizar tareas más complejas y adaptativas, como la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Ahora bien, la conducta, según Martínez (2022), es entendida como el conjunto de acciones y comportamientos de un organismo, animal o humano, que proporciona información valiosa sobre los procesos cognitivos que subyacen a dicha conducta. A través de la observación y el análisis de la conducta, es posible inferir y comprender los procesos mentales que están en juego, como la percepción, la memoria, el aprendizaje, la toma de decisiones y otros aspectos cognitivos. Por ejemplo, cuando un perro sigue instrucciones para buscar un objeto específico en una habitación, su conducta de búsqueda y recuperación muestra indicios de procesos cognitivos en acción. La capacidad de recordar la ubicación del objeto, la atención selectiva para buscarlo y la toma de decisiones para seleccionar la ruta más eficiente son manifestaciones de la actividad cognitiva del perro. Estudiar y comprender estos comportamientos permite obtener información valiosa sobre cómo funciona su mente y cómo se relacionan los procesos cognitivos con la conducta observable.

Otros autores, como Zárate, Gómez y Bravo (2021), definen la conducta como el conjunto de acciones y comportamientos que pueden ser observados en un organismo y que son objeto de análisis en el campo de la psicología científica. Su comprensión implica el estudio de cómo los estímulos del entorno afectan las respuestas de los individuos, así como la identificación de los patrones subyacentes y la implementación de intervenciones para modificar o mejorar dicha conducta. Por lo tanto, los enfoques del conductismo y el cognitivismo han ampliado la concepción de la conducta, puesto que proporcionan nuevas perspectivas y modelos explicativos que abordan la complejidad de la mente humana y su interacción con el entorno. Mencionan, además, dos categorías de conducta: la conducta respondiente y la conducta operante:

- Conducta respondiente: esta forma de conducta se basa en una perspectiva reflexológica y se caracteriza por estar controlada por estímulos anteriores involuntarios que no alteran el sistema de contingencia establecido; en otras palabras, las respuestas respondientes son automáticas y reflejas, determinadas por estímulos previos. Estas respuestas pueden variar en su forma física, por ejemplo, reflejos involuntarios, como el parpadeo ante una luz brillante o el estornudo como respuesta a una irritación nasal.
- Conducta operante: en contraste con la conducta respondiente, la conducta operante se considera probabilística y aparentemente voluntaria. En este tipo de conducta, no se identifican los estímulos que preceden a la respuesta del organismo, y la respuesta puede influir en el sistema de contingencia establecido. En otras palabras, la conducta operante se ve afectada por las consecuencias que siguen a la respuesta, ya sea mediante refuerzo o castigo. Este tipo de conducta implica mayor flexibilidad y adaptabilidad, puesto que el organismo puede aprender a modificar su comportamiento en función de las consecuencias experimentadas; por ejemplo, se incluye como conducta operante el aprendizaje a través de recompensas y castigos, como cuando un perro aprende a sentarse para obtener una golosina o cuando un niño deja de llorar después de recibir atención de sus padres.

En conclusión, se menciona que la neurociencia, la cognición y la conducta están estrechamente vinculadas entre sí. La neurociencia ofrece una base biológica que permite comprender cómo los procesos cognitivos se relacionan con la conducta. Mediante el estudio del cerebro y del sistema

nervioso, se pueden identificar los mecanismos neurales involucrados en la cognición y la conducta, lo que brinda una visión más profunda del funcionamiento de la mente humana. La investigación en neurociencia cognitiva ha demostrado la asociación entre diferentes aspectos de la cognición, como la percepción, la memoria y el lenguaje, con regiones y redes cerebrales específicas. Además, se ha comprobado que los procesos cognitivos influyen en la conducta, ya que nuestras percepciones, pensamientos y decisiones afectan nuestras acciones y comportamientos en el entorno.

Por otro lado, la conducta es el resultado de la compleja interacción entre la neurociencia y la cognición. La neurociencia proporciona una comprensión de los mecanismos biológicos que subyacen a la conducta, mientras que la cognición se refiere a los procesos mentales y aspectos cognitivos que influyen en cómo percibimos, interpretamos y respondemos a los estímulos del entorno. La investigación en neurociencia cognitiva ha revelado la relación entre los procesos cognitivos, como la atención, la memoria, el razonamiento, la toma de decisiones y la actividad cerebral. A su vez, la conducta puede influir en la neuroplasticidad y la organización del cerebro. Esta relación tridimensional entre la neurociencia, la cognición y la conducta resalta la importancia de un enfoque multidisciplinario para comprender plenamente la complejidad del comportamiento humano.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuál es la importancia de la interacción entre la neurociencia, la cognición y la conducta en nuestra comprensión del comportamiento humano?
- ¿Cómo influyen los procesos cognitivos en nuestra percepción y respuesta ante los estímulos del entorno?
- ¿De qué manera la neurociencia nos ayuda a

comprender los mecanismos biológicos subyacentes a la conducta?

- ¿Qué papel desempeñan los diferentes aspectos de la cognición, como la memoria y el lenguaje, en la formación de nuestra conducta?
- ¿En qué medida nuestras acciones y comportamientos están influenciados por procesos cognitivos automáticos y reflejos?

5. Neurociencia cognitiva

En esta sección, exploraremos el intrigante campo de la neurociencia cognitiva, que se dedica al estudio de la neurofisiología cerebral, desde las etapas iniciales hasta su desarrollo completo. Este ámbito en expansión ha experimentado notables avances, empleando técnicas como la resonancia magnética funcional, para observar cómo las tareas cognitivas afectan las redes neuronales. La neuroplasticidad, la capacidad del cerebro para cambiar en respuesta a la experiencia, es central en esta disciplina. Además, la neurociencia cognitiva se adentra en el análisis de las emociones y su impacto en la atención, motivación y memoria.

La neurociencia cognitiva se enfoca en el estudio de la neurofisiología del cerebro desde sus etapas iniciales hasta su desarrollo completo. Es un campo en crecimiento que ha experimentado avances significativos recientemente, tanto en investigaciones con animales como en estudios con seres humanos.

La neurociencia cognitiva emplea técnicas como la resonancia magnética funcional para examinar el cerebro y obtener imágenes que permiten observar cómo las diferentes tareas cognitivas o conductuales impactan las redes neuronales. Estas imágenes proporcionan valiosa información sobre el

procesamiento de la información en el cerebro y su relación con el aprendizaje.

La capacidad del cerebro para cambiar y adaptarse a lo largo de la vida en respuesta a la experiencia y el aprendizaje, conocida como neuroplasticidad, es uno de los conceptos centrales en la neurociencia cognitiva. Esto implica que el cerebro no es estático, sino que puede modificarse y reorganizarse según las experiencias y estímulos que recibe (Guadamuz, Miranda y Mora, 2022).

Asimismo, la neurociencia cognitiva se ocupa del análisis de las emociones y su conexión con el cerebro. Según Sánchez y Álvarez (2022), diversas investigaciones han confirmado que las emociones desempeñan un papel esencial en el proceso de aprendizaje, al tener la capacidad de influir en la atención, la motivación y la memoria. Además, estos estudios también han demostrado que las emociones pueden ejercer un impacto significativo en el proceso de aprendizaje y en el rendimiento cognitivo.

De esta manera, las emociones ejercen una influencia sobre la atención en situaciones en las que experimentamos emociones intensas. Nuestra atención tiende a centrarse en los estímulos relevantes, mientras que los estímulos menos importantes son filtrados. Un ejemplo de ello es que, cuando nos encontramos en una situación de peligro, las emociones actúan como un mecanismo de alerta que dirige nuestra atención hacia las señales de amenaza, **desatendiendo** los estímulos irrelevantes. Esta capacidad de las emociones para orientar la atención resulta beneficioso en el aprendizaje, permitiéndonos concentrarnos en la información pertinente y procesarla de manera más efectiva.

Las emociones también tienen un impacto en la motivación. Cuando experimentamos emociones positivas, como la alegría o el entusiasmo, nuestra motivación se ve incrementada, lo que nos impulsa a buscar activamente nuevos

conocimientos y a comprometerlos en el proceso de aprendizaje. Por otro lado, las emociones negativas, como el miedo o la ansiedad, pueden disminuir la motivación y dificultar el aprendizaje. En este sentido, el estudio de las emociones en el ámbito de la neurociencia cognitiva resulta fundamental para comprender cómo regular y potenciar la motivación en entornos educativos y de formación.

También las emociones desempeñan un papel relevante en la memoria. Se ha observado que las experiencias emocionales tienden a ser recordadas con mayor intensidad y, durante un periodo de tiempo más prolongado, este fenómeno se debe a que las emociones activan áreas cerebrales implicadas en el procesamiento de la memoria, como el hipocampo y la amígdala. Asimismo, las emociones pueden contribuir a la consolidación de la memoria, al facilitar la formación de conexiones neuronales sólidas y duraderas; por consiguiente, entender cómo las emociones influyen en la memoria resulta esencial para mejorar las estrategias de aprendizaje y retención de información.

Desde otra perspectiva, las autoras Lozoya, Amaya y Lozoya (2018) consideran que la neurociencia cognitiva se enfoca en la comprensión de cómo el cerebro y el sistema nervioso están relacionados con la conducta y los procesos cognitivos, y que a través de diversas técnicas y métodos de investigación se busca revelar los mecanismos neurobiológicos subyacentes a la percepción, a la atención, a la memoria, al lenguaje, al pensamiento y a otros procesos mentales. Estos avances científicos han permitido adquirir un mayor conocimiento sobre cómo el cerebro y la mente interactúan, brindando una base sólida para comprender la complejidad de la cognición humana. De esta manera, la neurociencia cognitiva se considera un campo privilegiado dentro de las neurociencias, debido a su enfoque en los aspectos más relevantes de la cognición humana.

Por lo anterior, al investigar la relación entre los procesos cerebrales y las funciones cognitivas, se espera obtener una

comprensión más profunda de cómo se forman los pensamientos, cómo se toman decisiones, cómo se generan las emociones y cómo se produce el aprendizaje. Estos conocimientos no solo son relevantes para la investigación básica, sino también para aplicaciones clínicas y terapéuticas en trastornos neurológicos y psiquiátricos.

Algunas características relevantes mencionadas por los autores Lozoya, Amaya y Lozoya (2018) y Sánchez y Álvarez (2022) con relación a la neurociencia cognitiva incluyen:

- La neurociencia cognitiva se caracteriza por su enfoque multidisciplinario e interdisciplinario, que integra conocimientos y métodos de diferentes disciplinas, como la neurobiología, la psicología cognitiva, la lingüística, la filosofía de la mente y la inteligencia artificial. Esta integración permite una comprensión más completa de los procesos cognitivos y de su base neural.
- Su principal objetivo es estudiar la relación entre la mente y el cerebro, centrándose en entender los procesos mentales, como la percepción, la atención, la memoria, el lenguaje y el pensamiento relacionados con la actividad cerebral.
- Busca optimizar el procesamiento de la información en las personas que desarrollen las inteligencias múltiples, los sistemas representacionales, los sistemas de memoria y la generación de significados funcionales.
- Tiene aplicaciones en el ámbito educativo, donde se utiliza para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que optimice las capacidades neurocognitivas de las personas y promueva el aprendizaje significativo, el pensamiento crítico, la autoestima y la construcción de valores.
- Utiliza técnicas de imagen cerebral, como la resonancia magnética funcional (fMRI), la electroencefalografía (EEG) y la magnetoencefalografía (MEG), para investigar

la actividad cerebral durante diferentes tareas cognitivas. Estas técnicas proporcionan imágenes y datos precisos sobre la función cerebral en tiempo real.

- Reconoce la plasticidad cerebral, es decir, la capacidad del cerebro para cambiar y adaptarse a lo largo de la vida. Se estudia cómo el cerebro se modifica en respuesta a la experiencia y al aprendizaje, lo cual tiene implicaciones importantes para la educación y la rehabilitación.
- Se interesa por la relación entre el cerebro, la mente y el comportamiento, examinando cómo los circuitos neuronales y las redes cerebrales subyacen a la cognición y cómo se manifiestan en acciones y conductas observables.

Las características anteriores destacan la naturaleza interdisciplinaria y aplicada de la neurociencia cognitiva, así como su objetivo de comprender y mejorar los procesos cognitivos y emocionales en diversos contextos. Esta se posiciona como una disciplina fascinante y multidimensional, en constante búsqueda de respuestas sobre la mente y el cerebro.

Para reflexionar e indagar

- ¿De qué manera la neurociencia cognitiva puede contribuir al desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje más efectivas?
- ¿Cuál es la importancia de la interdisciplinariedad en el estudio de la neurociencia cognitiva?
- ¿Qué implicaciones tiene la plasticidad cerebral en la educación?
- ¿Cómo influyen las emociones en la atención y la motivación?
- ¿Cómo se relaciona el cerebro con los procesos cognitivos y la conducta?

6. Neuropsicología de Luria y Vygotsky

En esta sección, se abordará la neuropsicología de Luria y Vygotsky, un campo surgido a fines del siglo XIX. Esta disciplina, consolidada en el siglo XX, investiga cómo las lesiones cerebrales afectan funciones cognitivas y emocionales. Destacados investigadores como Karl Lashley y A. R. Luria, este último influenciado por Lev Vygotsky, contribuyeron significativamente con teorías holísticas y pioneras en neuropsicología. Luria desarrolló una teoría integral que abordaba múltiples aspectos de la función cerebral, pero ambos resaltaron la importancia de la zona de desarrollo próximo y la influencia de factores sociales en el aprendizaje. Este capítulo explorará sus contribuciones, puesto que enriquecerán nuestra comprensión de la relación entre cerebro, mente y comportamiento.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, se inició la exploración de la relación entre el cerebro y la mente, que marca el origen de la neuropsicología, y aunque los estudios sobre el cerebro y la mente tienen raíces en la antigüedad, fue en el siglo XX cuando la neuropsicología comenzó a consolidarse como una disciplina independiente. La neuropsicología se centra en investigar cómo las lesiones, enfermedades o disfunciones cerebrales afectan las funciones cognitivas, emocionales y conductuales del ser humano. Se basa en los principios de la neurología y la psicología para comprender la interacción entre el cerebro y la mente.

Entre los antecedentes relevantes que comenta Flores (2022), se encuentra el psicólogo Lashley (1890-1958) y su enfoque holístico, y los experimentos que realizó con animales, los cuales brindaron contribuciones destacadas en el campo de la neuropsicología. Estas perspectivas generaron un debate entre el holismo y el localizacionismo, que ya había surgido en el siglo anterior. El holismo defiende que las funciones cerebrales y mentales son resultado de la actividad de

todo el cerebro, mientras que el localizacionismo sostiene que las funciones específicas se encuentran en regiones particulares del cerebro. Este debate ha influido significativamente en el desarrollo de la neuropsicología, al impactar la forma en que se abordan y comprenden las funciones cerebrales y su relación con el comportamiento humano.

La neuropsicología, para Díaz (2018), es una disciplina científica cuyo objetivo principal es la investigación del papel desempeñado por sistemas cerebrales específicos en las formas complejas de actividad mental; en este sentido, se enfoca en comprender de manera exhaustiva cómo el cerebro, un órgano fundamental de la actividad mental, contribuye de manera significativa en la génesis y funcionamiento de las funciones psíquicas superiores. Esta rama de estudio se dedica exclusivamente a explorar y analizar cómo los sistemas cerebrales particulares están relacionados con los procesos cognitivos, emocionales y conductuales que caracterizan la actividad mental más compleja. Se busca comprender cómo las diversas estructuras y funciones cerebrales interactúan entre sí para dar lugar a la expresión de estas funciones superiores.

La neuropsicología adopta un enfoque riguroso y basado en evidencia científica para investigar las correlaciones entre los procesos mentales y los sustratos neuronales subyacentes. A través de diversos métodos y técnicas, como la neuroimagen, la evaluación neuropsicológica y la experimentación, se busca obtener un conocimiento más profundo de cómo las alteraciones o disfunciones en los sistemas cerebrales pueden influir en las funciones mentales complejas, como la memoria, el lenguaje, la atención, la percepción y el razonamiento.

Alexander Romanovich Luria (1902-1977), conocido como A. R. Luria, fue una figura destacada en el campo de la neuropsicología durante el siglo xx. Sus contribuciones en este campo fueron de gran importancia y se le considera una de las mentes más influyentes de su tiempo. Luria fue

reconocido por haber desarrollado una teoría científica pionera en la neuropsicología, lo que marcó un hito significativo en el avance de esta disciplina. Anteriormente, en las décadas de 1950 y 1960, los estudios en neuropsicología se centraban en la investigación de procesos y fenómenos aislados, como las praxias, gnosias y afasias, y se ofrecían explicaciones específicas para cada síndrome. Sin embargo, Luria se destacó al presentar una teoría más amplia y sistemática que abarcaba diversos aspectos de la función cerebral y su relación con el comportamiento.

Su obra proporcionó un marco teórico sólido que permitió una comprensión más profunda de los procesos cognitivos y cómo se relacionan con el funcionamiento cerebral. Su enfoque integral abarcaba aspectos como la memoria, el lenguaje, la atención y otras funciones mentales complejas. Esta visión más amplia y sistemática sentó las bases para el desarrollo posterior de la neuropsicología como disciplina, permitiendo un análisis más completo y un enfoque más holístico en el estudio de las alteraciones neuropsicológicas y los trastornos cerebrales.

Según menciona Flores (2022), Luria tuvo una estrecha colaboración y aprendizaje directo del psicólogo y teórico ruso Lev Vygotsky (1896-1934) —reconocido por su enfoque en el desarrollo humano y su teoría sociocultural, y que ha tenido un impacto significativo en la psicología y la educación—, a quien siguió, y desarrolló sus principales planteamientos a lo largo de varias décadas. Se destaca que, en 1930, Vygotsky y Luria publicaron juntos el libro *Ape, Primitive Man and Child: Essays in the History of Behavior*. Esta colaboración conjunta evidencia la estrecha relación intelectual entre ambos y su interés común por explorar la relación entre el comportamiento humano y su contexto sociocultural.

Las premisas teóricas y metodológicas desarrolladas por Vygotsky fueron fundamentales para la construcción de la teoría

neuropsicológica de Luria. Según Akhutina (2002), en esta teoría se destacan tres principios principales que se basaron en las ideas de Vygotsky: la génesis social de las funciones psicológicas superiores, su estructura sistémica y su localización dinámica; por lo tanto, estos principios reflejan claramente la influencia de Vygotsky en el enfoque teórico y metodológico adoptado por Luria en el campo de la neuropsicología.

Uno de los principios clave es la génesis social de las funciones psicológicas superiores, que sostiene que las capacidades cognitivas complejas se desarrollan a través de interacciones sociales y experiencias culturales. En otras palabras, el entorno social y cultural desempeña un papel fundamental en la formación y desarrollo de las habilidades mentales superiores.

Otro principio importante es la estructura sistémica de las funciones psicológicas superiores; Luria propuso que estas funciones no se encuentran localizadas en áreas cerebrales específicas, sino que son el resultado de la interacción y coordinación de diferentes regiones cerebrales. Esta visión reconoce la complejidad y la interdependencia de los procesos cognitivos, emocionales y conductuales, y busca comprender cómo estas funciones están organizadas y se relacionan entre sí en el cerebro.

El tercer principio es la localización dinámica de las funciones psicológicas superiores, Luria enfatizó que la actividad mental no se limita a una ubicación fija en el cerebro, sino que es un proceso dinámico y adaptable que puede cambiar en respuesta a las demandas del entorno. Esto se basa en la idea de la plasticidad cerebral, que postula que el cerebro tiene la capacidad de reorganizarse y modificar sus conexiones en función de la experiencia y el aprendizaje (Akhutina, 2002).

Tanto Luria como Vygotsky realizaron valiosos aportes al proceso de aprendizaje desde sus respectivas perspectivas teóricas y colaboraron en el desarrollo de la teoría sociocultural del aprendizaje, que enfatiza la influencia de los aspectos sociales y culturales en el desarrollo cognitivo y el proceso

de adquirir conocimientos. Según esta teoría, el aprendizaje se considera un proceso social en el cual el entorno social y cultural del individuo desempeña un papel fundamental en la adquisición de habilidades y conocimientos (Flores, 2022).

Desde esta perspectiva, Luria y Vygotsky resaltaron la importancia del lenguaje y las interacciones sociales en el proceso de aprendizaje. Según su enfoque, el lenguaje no solo cumple una función comunicativa, sino también una función cognitiva que influye en el pensamiento y en la adquisición de conocimientos. Además, enfatizaron la relevancia de la interacción con individuos más experimentados, como padres, maestros o compañeros, en el proceso de aprendizaje.

Asimismo, Luria y Vygotsky subrayaron la importancia de la «zona de desarrollo próximo» (ZDP) en el aprendizaje. Esta zona se refiere a la brecha existente entre lo que un individuo puede lograr de manera independiente y lo que puede alcanzar con el apoyo y la guía de otros. Según esta teoría, el aprendizaje ocurre cuando un individuo se involucra en actividades que se encuentran dentro de su ZDP, es decir, desafíos adecuados pero alcanzables con la ayuda de un tutor o guía (Flores, 2022).

En resumen, la neuropsicología es una disciplina que estudia la relación entre el cerebro y el comportamiento humano, centrándose en cómo las lesiones, enfermedades o disfunciones cerebrales afectan las funciones cognitivas, emocionales y conductuales. A lo largo de la historia, destacados investigadores como Karl Lashley, A. R. Luria y Lev Vygotsky han realizado contribuciones significativas al campo de la neuropsicología, al desarrollar teorías y enfoques que han ampliado nuestra comprensión de la mente y el cerebro. Sus trabajos han destacado la importancia de los aspectos sociales, culturales y del entorno en el desarrollo cognitivo y el aprendizaje, y han influido en el enfoque teórico y metodológico de la disciplina; en conjunto, estas contribuciones han enriquecido

nuestra comprensión de la relación entre el cerebro, la mente y el comportamiento humano.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuál es la importancia de la neuropsicología en la comprensión de las funciones cerebrales y su relación con el comportamiento humano?
- ¿Cómo han influido los debates históricos, como el holismo versus el localizacionismo, en el desarrollo de la neuropsicología?
- ¿Cuáles son los principios fundamentales de la teoría neuropsicológica de Luria y cómo se basan en las ideas de Vygotsky?
- ¿Cómo se relacionan la teoría neuropsicológica de Luria y la teoría sociocultural de Vygotsky en el campo de la neuropsicología?
- ¿Qué implicaciones tiene la ZDP en el aprendizaje y cómo puede ser aplicada en entornos educativos?

PARTE II

Perspectivas de la neuroeducación

7. Neuroeducación

En la siguiente parte, exploraremos la neuroeducación, una corriente pedagógica que fusiona la neurociencia y la educación para diseñar estrategias de aprendizaje basadas en la estimulación cerebral. La disciplina busca comprender cómo el cerebro procesa información y aplicar ese conocimiento para potenciar la educación. La neuroeducación promueve un enfoque transdisciplinario, al colaborar con disciplinas como la psicología y la neurología. Transformando el paradigma educativo hacia un modelo centrado en el estudiante, la disciplina busca fomentar la motivación y compromiso a través de experiencias educativas estimulantes.

La neuroeducación se define como una corriente pedagógica que persigue la integración de los campos de la neurociencia y la educación, con el propósito de diseñar estrategias que impulsen el proceso de aprendizaje mediante la estimulación cerebral. Esta disciplina implica la aplicación de conocimientos acerca del funcionamiento del cerebro humano en el ámbito educativo, su enfoque principal radica en comprender cómo el cerebro procesa la información y cómo utilizar dicho conocimiento para potenciar la educación. En consecuencia, la neuroeducación busca fomentar una visión global de la enseñanza, donde la estimulación cerebral se convierte en un elemento fundamental (Cevallos y Rodríguez, 2019; Aguirre y Moya, 2022).

Según las autoras Luque y Lucas (2020), los avances científicos y tecnológicos han desacreditado la creencia de que las

personas solo utilizan una fracción mínima de sus capacidades cerebrales, demostrando que cada individuo utiliza más del cien por ciento de su cerebro para llevar a cabo diversas actividades cotidianas. Con los aportes de la neurociencia se ha logrado comprender el desarrollo anatómico del cerebro humano a lo largo de su ciclo de vida, lo que ha llevado al descubrimiento de soluciones que contribuyen a la curación y prevención de diversas enfermedades neurológicas. Esta disciplina abarca un enfoque holístico para comprender todos los aspectos del comportamiento cerebral, que incluye el pensamiento, la organización y la memoria, con el fin de comprender la conducta humana en relación con la salud, las decisiones, los procesos educativos y la interacción social.

Por otro lado, la neuroeducación se propone como objetivo principal realizar investigaciones tanto en el ámbito fundamental como aplicado, con el fin de promover un enfoque transdisciplinario que impacte positivamente el aprendizaje y la enseñanza. Al adoptar esta perspectiva, se busca superar los límites de las disciplinas tradicionales y explorar nuevas formas de entender y potenciar el proceso educativo; el enfoque transdisciplinario de la neuroeducación implica la colaboración entre diferentes disciplinas, como la psicología, la pedagogía, la neurología y la neurociencia, entre otras. A través de esta sinergia, se busca desarrollar nuevas estrategias y metodologías que se adapten de manera más efectiva a las necesidades y características individuales de los estudiantes.

Un aspecto fundamental de la neuroeducación es transformar el paradigma de la educación tradicional hacia uno más innovador y centrado en el estudiante. Se busca fomentar un ambiente educativo en el que los estudiantes se sientan motivados y comprometidos con su propio proceso de aprendizaje. Esto implica diseñar experiencias educativas estimulantes y relevantes, que despierten la curiosidad y el deseo de adquirir conocimiento de manera activa.

En este sentido, la neuroeducación busca superar el enfoque meramente memorístico y promover un aprendizaje significativo, en el que los estudiantes puedan relacionar los nuevos conceptos con sus experiencias previas y aplicarlos en situaciones reales. Se busca también desarrollar habilidades cognitivas y emocionales, como el pensamiento crítico, aprendizajes cooperativos, aprendizajes basados en proyectos, la resolución de problemas, la creatividad y la inteligencia emocional, que son fundamentales para el éxito en la sociedad actual (Caicedo, 2016).

Sin embargo, el concepto de neurociencia no es nuevo. Villa (2021) realiza un breve recorrido histórico sobre los antecedentes; por ejemplo, menciona que el interés por el cerebro y sus funciones se ha manifestado desde tiempos remotos, reconociéndose a Alcmeón de Crotona (450 a. C.) como uno de los pioneros en la búsqueda del centro de las funciones mentales. Incluso en la antigua Grecia se intuía la importancia del cerebro. Galeno (130-200 d. C.) se dedicó al estudio de la influencia del cerebro en relación con los músculos, las sensaciones y la memoria. En el siglo XVI, Vasilio desarrolló un método experimental para investigar el cerebro y su influencia en el resto del cuerpo. De acuerdo con las afirmaciones de Villa (2021), se establece que estos primeros estudios sentaron las bases para futuras investigaciones que fueron desarrolladas y enriquecidas por científicos como Bouillaud, Dalton, Broca y Flourens durante los siglos XVIII y XIX, indagaciones que contribuyeron al esclarecimiento de algunos enigmas relacionados con el cerebro. En etapas posteriores, Broadmann y Vogt expandieron el entendimiento sobre la estructura y los fenómenos cerebrales. Finalmente, Santiago Ramón y Cajal, reconocido como el pionero de la neurociencia moderna, propuso la teoría de las neuronas, fundamentándose en las investigaciones previas realizadas por Golgi.

Para Cevallos y Rodríguez (2019), la neuroeducación se caracteriza por su capacidad de desarrollar estrategias que se alinean con las habilidades de aprendizaje del estudiante, un aspecto fundamental que radica en comprender el funcionamiento cerebral a través de los cuatro cuadrantes de la teoría de Ned Herrmann. Los cuadrantes o hemisferios cerebrales se refieren a las distintas regiones del cerebro que se encuentran relacionadas con diversas funciones y características de la personalidad. A continuación se presentan los cuatro cuadrantes o hemisferios cerebrales:

- El hemisferio cortical izquierdo es uno de los cuadrantes cerebrales que se distingue por su enfoque racional y su inclinación hacia el conocimiento teórico. Este cuadrante tiende a tener dificultades para integrar información basada en experiencias informales y, en cambio, prefiere adquirir conocimientos a través de clases estructuradas, argumentadas y respaldadas por evidencias y pruebas. Su principal objetivo es el aprendizaje, tomar apuntes y progresar en el currículo para obtener un conocimiento sólido al final del curso.
- El hemisferio límbico izquierdo es uno de los cuadrantes cerebrales y se destaca por su enfoque en la organización, y su preferencia por los progresos planificados. Este cuadrante requiere de una clase estructurada para integrar conocimientos y estar receptivo para asimilarlos.
- El hemisferio cortical derecho, también conocido como «experimental», se distingue por su propensión hacia la apertura y por una visión de futuro a largo plazo. Este cuadrante cerebral valora la originalidad, la novedad y los conceptos que estimulan el pensamiento crítico. Se destaca por su aprecio hacia la experimentación y la exploración de ideas innovadoras.

- El hemisferio límbico derecho, también conocido como «sentimental», se destaca por su enfoque en la comunicación y las relaciones interpersonales. Este cuadrante cerebral opera principalmente a través de los sentimientos y los instintos. Requiere compartir lo que escucha para procesar la información y tiende a valorar la conexión emocional en el proceso de aprendizaje.

En conclusión, la neuroeducación se caracteriza por su capacidad para desarrollar estrategias adaptadas a las habilidades de aprendizaje del estudiante. Para lograrlo, es fundamental comprender el funcionamiento cerebral a través de los cuatro cuadrantes hemisféricos. Cada cuadrante, ya sea el cortical izquierdo, el límbico izquierdo, el cortical derecho o el límbico derecho, posee características distintas relacionadas con el enfoque racional, la organización, la apertura experimental y la comunicación emocional, respectivamente. Estas diferencias nos ayudan a entender cómo los estudiantes procesan la información y cómo se puede optimizar su aprendizaje mediante enfoques pedagógicos que se alineen con sus preferencias y necesidades cerebrales.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cómo podríamos utilizar la neuroeducación como herramienta para personalizar el aprendizaje y adaptarlo a las necesidades individuales de los estudiantes?
- ¿Qué desafíos podrían surgir al tratar de integrar las preferencias cerebrales de los estudiantes en entornos educativos más tradicionales?
- ¿En qué medida la comunicación y las relaciones interpersonales, impulsadas por el hemisferio límbico derecho, pueden influir en la motivación y el compromiso de los estudiantes en su proceso de aprendizaje?

- ¿Cómo se pueden combinar los enfoques del hemisferio límbico izquierdo y el cortical izquierdo para lograr una enseñanza efectiva que promueva la organización y la adquisición de conocimientos?
- ¿De qué manera se pueden aprovechar las características del hemisferio cortical derecho, como la apertura a la novedad y la experimentación, para fomentar la creatividad y la innovación en el aprendizaje?
- ¿Qué implicaciones tiene el enfoque racional del hemisferio cortical izquierdo en la adquisición de conocimientos en comparación con el enfoque emocional del hemisferio límbico derecho?

8. Ciencia cognitiva, neurociencia y educación

En el siguiente capítulo exploraremos la intersección entre ciencia cognitiva, neurociencia y educación, un campo interdisciplinario que estudia procesos mentales y estructuras vinculadas al conocimiento, abordando aspectos como lenguaje, percepción y toma de decisiones. Este campo se caracteriza por su enfoque en el sujeto cognitivo, ya sea humano, animal o máquina. La investigación en ciencia cognitiva aborda la cognición desde una perspectiva interdisciplinaria, considerando al sujeto cognitivo como un sistema físico compuesto por símbolos. Además, existe una estrecha relación entre ciencia cognitiva y neurociencia, que se enfoca en estudiar el cerebro y el sistema nervioso, complementándose para comprender mejor los procesos cognitivos y el funcionamiento de la mente humana. Además, ambas disciplinas comparten un vínculo con la educación, ya que la ciencia cognitiva proporciona información clave sobre los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje, que permite a los educadores desarrollar estrategias más efectivas. Sin embargo, se destaca la necesidad de

superar las barreras que obstaculizan la integración efectiva de la ciencia cognitiva y la neurociencia en la práctica educativa.

La ciencia cognitiva es un campo de investigación interdisciplinario que se dedica al estudio de la cognición, que engloba los procesos mentales y las estructuras relacionadas con el conocimiento, el pensamiento, la percepción, la memoria, el lenguaje y la resolución de problemas, su objetivo principal es comprender cómo los seres humanos y otras entidades cognitivas procesan información, toman decisiones y adquieren conocimiento.

Martínez (2018) y Reyes y Roque (2020) señalan que el término «ciencias cognitivas» fue introducido en 1975, cuando se publicaron dos libros significativos que hicieron mención explícita a dicho término. El primero de ellos es *Representation and Understanding. Studies in Cognitive Science*, editado por Daniel G. Bobrow y Allan Collins; el segundo es *Explorations in Cognition*, editado por Donald A. Norman y David E. Rumelhart. En la conclusión de este último libro, se sugiere que la colaboración entre diversos expertos procedentes de disciplinas como la lingüística, la inteligencia artificial y la psicología pueda estar generando un campo en desarrollo como la ciencia cognitiva.

La ciencia cognitiva es un campo de estudio que se dedica a investigar cómo se procesa la información en los seres humanos, centrándose en la relación entre este procesamiento y la adquisición de conocimiento. Su objetivo principal es comprender los mecanismos y procesos mentales que subyacen a la forma en que los seres humanos comprenden, piensan y aprenden.

Comenta Martínez (2018) que en la ciencia cognitiva se reconoce que el sujeto cognitivo puede ser tanto un ser humano como una máquina o un animal. Esto implica que se examinan diferentes sistemas cognitivos para comprender cómo procesan la información y cómo adquieren conocimiento. La investigación no se limita solo a los seres humanos, sino

que también se extiende a otros seres vivos y a las máquinas creadas por el ser humano, como los sistemas de inteligencia artificial. Además, otra de las perspectivas en la ciencia cognitiva también considera al sujeto cognitivo como un sistema físico compuesto por símbolos. Esto implica que se analizan los procesos mentales en términos de representaciones simbólicas y manipulación de símbolos, los símbolos pueden ser unidades de información que representan conceptos, ideas o conocimiento, y el sujeto cognitivo los utiliza para procesar y comprender la información.

A continuación, se detalla de manera amplia algunas características de la ciencia cognitiva, según Martínez (2018) y Reyes y Roque (2020):

- La ciencia cognitiva se distingue por su naturaleza interdisciplinaria, lo que implica que se basa en la colaboración e integración de diversas disciplinas. Esto se debe a que el estudio de la cognición abarca una amplia gama de aspectos, como el lenguaje, la percepción, la memoria, el pensamiento y la toma de decisiones. Para una comprensión completa de estos procesos cognitivos, es necesario combinar los conocimientos y enfoques provenientes de disciplinas como la lingüística, la neurociencia, la filosofía, la psicología, la antropología, la inteligencia artificial y la educación. La interdisciplinariedad permite obtener una visión más amplia y holística de la cognición.
- La ciencia cognitiva se enfoca en el estudio de la cognición, que engloba los procesos mentales y las estructuras relacionadas con el conocimiento y la comprensión del mundo. Esto abarca aspectos como la percepción, el procesamiento y el almacenamiento de información, el pensamiento, la adquisición y el uso del lenguaje, la resolución de problemas y la toma de

decisiones. La ciencia cognitiva busca comprender los mecanismos y procesos subyacentes a estas actividades cognitivas, así como a las representaciones mentales y los modelos computacionales que las respaldan.

- El campo de la ciencia cognitiva reconoce que el sujeto de la cognición abarca más allá de los seres humanos, incluyendo también máquinas y animales. Esta perspectiva amplia implica que la investigación no se limita únicamente al estudio de la cognición humana, sino que también se investiga cómo otras entidades cognitivas procesan información y adquieren conocimiento. Por ejemplo, se examinan los procesos cognitivos en animales para obtener una mejor comprensión de la evolución y los fundamentos biológicos de la cognición. Del mismo modo, se desarrollan modelos computacionales y programas de inteligencia artificial para simular y entender la cognición en máquinas y sistemas artificiales. Esta ampliación del sujeto cognitivo permite explorar diversas perspectivas y enfoques en el estudio de la cognición, enriqueciendo así nuestra comprensión de los procesos mentales y su relación con el conocimiento.
- El campo de la ciencia cognitiva considera al sujeto cognitivo como un sistema físico compuesto por símbolos, esta perspectiva se basa en la propuesta de Allen Newell y Herbert Simon, quienes sostuvieron que la cognición puede ser entendida como la manipulación de símbolos en un sistema físico. Según esta visión, los procesos cognitivos implican la representación y manipulación de información simbólica, donde los símbolos representan conceptos, objetos o eventos del mundo real. Estos símbolos son procesados y transformados utilizando reglas y algoritmos, permitiendo llevar a cabo operaciones cognitivas

como el razonamiento, la inferencia y la resolución de problemas.

- La ciencia cognitiva se enfoca en comprender cómo tanto los seres humanos como otras entidades cognitivas procesan la información. Esto implica investigar los procesos de adquisición, almacenamiento, recuperación y utilización de la información en los procesos cognitivos, se examinan los mecanismos de percepción sensorial, la codificación y representación de la información en la memoria, así como los procesos de atención y toma de decisiones; el objetivo de la ciencia cognitiva es comprender cómo la información se transforma en conocimiento y cómo se utiliza para guiar el comportamiento y la interacción con el entorno.
- La ciencia cognitiva se centra en el estudio de la cognición inteligente, que comprende las habilidades de concepción, juicio y razonamiento, su objetivo es comprender cómo los seres humanos y otras entidades cognitivas pueden llevar a cabo tareas cognitivas complejas, como el pensamiento abstracto, la resolución de problemas innovadores y la toma de decisiones basada en la información disponible. Se investigan los procesos de inferencia lógica, el razonamiento analógico, la creatividad y la capacidad de adaptarse y aprender en nuevos contextos. La ciencia cognitiva busca comprender los mecanismos y procesos subyacentes a la cognición inteligente, con el propósito de desarrollar modelos y teorías que expliquen y predigan el comportamiento cognitivo en diversas situaciones y entornos.

Por lo anterior, la ciencia cognitiva se destaca por su enfoque interdisciplinario en el estudio de la cognición, donde el sujeto cognitivo se considera como un sistema físico

compuesto por símbolos. Su objetivo principal es comprender cómo tanto los seres humanos como otras entidades cognitivas procesan la información y adquieren conocimiento, la ciencia cognitiva se centra en la cognición inteligente, analizando los procesos de concepción, juicio y razonamiento. Además, busca desarrollar modelos y teorías que expliquen y predigan el comportamiento cognitivo en diversas situaciones y contextos.

En lo que respecta a la neurociencia, Martínez (2018) comenta que se destaca como una de las disciplinas que forman parte del campo interdisciplinario de las ciencias cognitivas. Su enfoque se centra en el estudio del cerebro y el sistema nervioso, con el objetivo de comprender su implicación en los procesos cognitivos. La neurociencia aporta conocimientos relevantes sobre la estructura y función del cerebro, lo que permite a los investigadores de la ciencia cognitiva desarrollar modelos y teorías más precisos acerca de los procesos cognitivos.

Por otra parte, la educación se enfoca en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta disciplina guarda una estrecha relación con la ciencia cognitiva, ya que ambas buscan comprender cómo se adquiere y utiliza el conocimiento. La ciencia cognitiva proporciona información valiosa acerca de los procesos cognitivos involucrados en el aprendizaje, lo cual puede ayudar a los educadores a desarrollar estrategias de enseñanza más efectivas; por ejemplo, la ciencia cognitiva puede aportar conocimientos sobre el procesamiento y almacenamiento de la información en la memoria, lo que permite a los educadores diseñar materiales de enseñanza más eficaces para la retención de información.

Por consiguiente, la ciencia cognitiva y la neurociencia colaboran en el estudio de los procesos cognitivos, complementándose mutuamente. Mientras que la ciencia cognitiva se enfoca en comprender los mecanismos fundamentales de la cognición, la neurociencia se centra en investigar el

cerebro y el sistema nervioso. Al integrar estas disciplinas, se logra una comprensión más integral del funcionamiento de la mente humana. Asimismo, la ciencia cognitiva tiene una estrecha relación con la educación, ya que brinda valiosa información sobre los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje. Esto posibilita el desarrollo de estrategias pedagógicas más efectivas, adaptadas a las habilidades cognitivas de los estudiantes.

Sin embargo, al examinar estas relaciones, es importante considerar las críticas planteadas por Fuentes *et al.* (2021) sobre la falta de aplicación de las evidencias surgidas del laboratorio cognitivo en contextos educativos reales. Esta crítica destaca la necesidad de superar las barreras epistemológicas que obstaculizan la integración efectiva entre la neurociencia cognitiva y la educación. Para lograr una consiliencia exitosa entre estos campos de conocimiento, se requiere un enfoque que permita la transferencia de los hallazgos científicos a la práctica educativa, a fin de aprovechar plenamente el potencial de la sinergia entre ambas disciplinas y oportunidades de investigación desde la perspectiva interdisciplinaria.

Para reflexionar e indagar

- ¿De qué manera la ciencia cognitiva puede contribuir al desarrollo de estrategias pedagógicas más efectivas y adaptadas a las capacidades cognitivas de los estudiantes?
- ¿Cuáles son las implicaciones éticas y sociales de utilizar modelos computacionales y programas de inteligencia artificial en el estudio de la cognición?
- ¿Cómo se pueden aprovechar los avances en la ciencia cognitiva y la neurociencia para mejorar nuestra comprensión de la cognición inteligente y el pensamiento abstracto?

- ¿Cuáles son los beneficios de considerar al sujeto cognitivo como un sistema físico de símbolos en la comprensión de la cognición humana y no humana?
- ¿Cómo se puede fomentar una mayor colaboración interdisciplinaria entre la ciencia cognitiva, la neurociencia y la educación?

9. Realidad aumentada y medios digitales basados en neurociencia para la educación

En la siguiente sección exploraremos la convergencia de la realidad aumentada, de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de la neurociencia en la educación. Las TIC y las tecnologías del aprendizaje y la comunicación (TAC) han transformado los roles de profesores y estudiantes, promoviendo enfoques centrados en el estudiante. La realidad aumentada, al fusionar elementos virtuales y reales, ofrece a los estudiantes experiencias interactivas enriquecedoras. Prevista como un impacto significativo en la educación, esta tecnología se aplica especialmente hacia la educación inclusiva y el aprendizaje basado en el descubrimiento. La relación entre realidad aumentada, neurociencia y educación destaca cómo esta tecnología, al ser interactiva, empodera a los estudiantes en su aprendizaje y establece un vínculo entre teoría y práctica.

La integración gradual de las TIC y las TAC, en el entorno educativo, ha generado cambios significativos en los métodos de enseñanza y aprendizaje. Esta incorporación ha resultado en una revisión exhaustiva de los conceptos, prácticas y comportamientos tanto de los profesores como de los estudiantes.

En primer lugar, la inclusión de las TIC y las TAC ha llevado a los docentes a replantear su función tradicional como meros transmisores de conocimiento. Ahora, deben adaptarse a nuevas herramientas y enfoques que permitan un aprendizaje

más interactivo y personalizado. Han surgido enfoques pedagógicos centrados en el estudiante, donde se fomenta la participación activa, la colaboración y el acceso a información en tiempo real a través de diversas plataformas digitales.

Por otro lado, los estudiantes también han experimentado un cambio significativo en su enfoque de aprendizaje, han pasado de ser receptores pasivos de información a convertirse en actores principales de su propio proceso de aprendizaje. Las TIC y las TAC les brindan la oportunidad de explorar, investigar y generar conocimiento de forma autónoma. Mediante el uso de dispositivos tecnológicos y aplicaciones educativas, pueden acceder a recursos multimedia, simular situaciones reales y experimentar con la realidad aumentada.

En particular, la realidad aumentada ha surgido como una tecnología emergente que se beneficia de la integración de las TIC y las TAC en el entorno educativo. A través de dispositivos móviles, los estudiantes pueden interactuar con elementos virtuales superpuestos en el mundo real, lo que enriquece su experiencia de aprendizaje; por ejemplo, pueden explorar contextos históricos, visualizar estructuras moleculares en 3D o llevar a cabo experimentos virtuales.

Según investigaciones y análisis realizados por Martínez, Fernández y Barroso (2021), se prevé que la realidad aumentada tendrá un impacto significativo en los centros educativos y universidades en un futuro cercano. Además, investigaciones recientes sugieren que esta tecnología se está implementando gradualmente en el ámbito de la educación inclusiva, con el objetivo de fomentar el aprendizaje basado en el descubrimiento y la experimentación, y así abordar las necesidades educativas de los estudiantes.

Por otra parte, según Zaragoza y Cuevas (2020), la realidad aumentada, como una tecnología en desarrollo, tiene la capacidad de combinar información digital, como videos, imágenes y URL, con el entorno físico en tiempo real. Para

ello, se utilizan dispositivos móviles o computadoras personales equipadas con cámaras que permitan la lectura de marcadores, disparadores o códigos QR, dependiendo del grado de implementación de la realidad aumentada.

Sin embargo, ¿qué se entiende por realidad aumentada? Martínez, Fernández y Barroso (2021) la describen como una tecnología que posibilita la fusión de objetos virtuales y reales en tiempo real mediante el uso de dispositivos tecnológicos. En contraste con la realidad virtual, que sumerge al individuo en un mundo irreal donde no puede percibir su entorno real, la realidad aumentada permite complementar la realidad existente sin reemplazarla.

Además, según Zaragoza y Cuevas (2020), se ha establecido una clasificación de cuatro niveles para la realidad aumentada. En el nivel cero se encuentran los activadores QR que contienen enlaces hacia diversos materiales, como videos, imágenes, documentos, entre otros; en el nivel uno se utilizan marcadores en forma de figuras geométricas en blanco y negro, que al ser capturados por la cámara superponen un objeto en el entorno real; por otro lado, en el nivel dos, se emplean imágenes como activadores, que pueden proporcionar objetos en 3D o utilizar la función de GPS; por último, el nivel tres corresponde a la visión aumentada, donde se utiliza el uso de gafas o lentes biónicos como dispositivos para experimentar la realidad aumentada.

La relación entre la realidad aumentada, la neurociencia y la educación se establece a través de diferentes aspectos. La realidad aumentada, al ser un sistema interactivo, permite que el educando tome el control de su propio aprendizaje. En línea con el enfoque constructivista, proporciona una ruta personalizada para adquirir conocimiento, y establece un puente entre los conceptos teóricos y la realización física de los experimentos con dispositivos reales.

En cuanto a la neurociencia, los procesos de aprendizaje significativos están vinculados a operaciones cerebrales que generan cambios en los circuitos del cerebro. La neurodidáctica se enfoca en estudiar y optimizar el aprendizaje basado en el desarrollo del cerebro, buscando utilizar todo el potencial cerebral disponible para aprender.

La inclusión de la realidad aumentada, como herramienta pedagógica y didáctica, transforma los procesos de aprendizaje, al hacer que los educandos sean menos intimidados por su uso y más receptivos al conocimiento. En un escenario futuro de enseñanza basada en la realidad aumentada, el sistema mostrará elementos de realidad aumentada en los dispositivos móviles de los alumnos utilizando la imagen del entorno real.

En este contexto, vivimos en una era en la que las fronteras entre lo tangible e intangible son difusas en el aula, y los nativos digitales no se sorprenden fácilmente al utilizar tecnología, a menos que trabajen en una realidad mixta. La realidad aumentada permite explorar nuevas experiencias en el ámbito digital, donde lo real se materializa, se desmaterializa y se reconstruye de múltiples formas gracias a la imaginación. Por lo tanto, de acuerdo con Fernández (2022), en la actualidad, la realidad aumentada se reconoce como una ampliación de nuestros sentidos, que nos brinda la capacidad de comprender el mundo que nos rodea. Al combinar el entorno real con capas virtuales de información, se generan nuevas oportunidades para innovar, incluso en el ámbito del conocimiento y el pensamiento. La realidad aumentada potencia nuestros sentidos y nos abre nuevas perspectivas de percepción en un entorno enriquecido o aumentado.

Así pues, desde el punto de vista anterior, Casanova (2021) comenta que, en la educación actual, es esencial contar con recursos innovadores, como las TIC y la neurociencia, para satisfacer las necesidades educativas. Tanto los estudiantes como los docentes pueden utilizar estos recursos en conjunto con métodos y técnicas de investigación, siempre y cuando estén

familiarizados con ellos, y aunque el proceso de aprendizaje puede llevar tiempo y avanzar gradualmente, el aprovechamiento de las TIC y la neuroeducación puede fortalecer el proceso cognitivo, promoviendo un mayor desarrollo de las habilidades mentales. Estos recursos brindan nuevas herramientas y enfoques que mejoran la calidad de la formación académica y contribuyen a un aprendizaje más eficiente y efectivo.

Por lo tanto, de acuerdo con Casanova (2021), la neuroeducación se beneficia de la neurotecnología educativa, que actúa como un valioso aliado en la creación de estrategias, clasificación de *software* y aplicación de metodologías que abordan el desarrollo cognitivo y la maduración cerebral en relación con los diferentes procesos de aprendizaje, dificultades y trastornos que afectan a los estudiantes. Al aplicar la metodología de la neuroeducación a las TIC, se tiene en cuenta el proceso de aprendizaje del cerebro y aspectos determinantes como el circuito de recompensa o motivación, la influencia de las emociones, el estrés y las necesidades especiales de aprendizaje. Estos elementos desempeñan un papel fundamental en la comprensión y el abordaje de la actividad cerebral en el contexto educativo.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cuál es el impacto de la integración de las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje?
- ¿Cómo puede la realidad aumentada mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes?
- ¿De qué manera la realidad aumentada se relaciona con la neurociencia y la educación?
- ¿Cuáles son los beneficios de utilizar la realidad aumentada en el aula?
- ¿Cuál es el potencial de la neuroeducación aplicada a las TIC para comprender y abordar la actividad cerebral en el contexto educativo?

10. Neuroeducación en el aula

En esta sección, exploraremos la neuroeducación en el aula, un enfoque educativo innovador que fusiona los descubrimientos de la neurociencia con la práctica pedagógica. Su objetivo central es comprender cómo funciona el cerebro durante el aprendizaje, para así mejorar las estrategias educativas. Destacando la individualidad de los estudiantes, la neuroeducación permite adaptar métodos según las necesidades únicas de cada alumno, promoviendo un aprendizaje más personalizado. Además, se enfoca en proporcionar a los educadores herramientas respaldadas por la neurociencia para mejorar la atención, la retención de información y la motivación de los estudiantes. Este enfoque también considera la importancia de reconocer las partes y hemisferios del cerebro, así como los desafíos y principios fundamentales que influyen en la neuroeducación en el aula.

La neuroeducación se presenta como un enfoque educativo innovador que pretende fusionar los avances y descubrimientos de la neurociencia con la práctica educativa. Su objetivo principal radica en comprender el funcionamiento cerebral durante el proceso de aprendizaje y emplear esta información para mejorar las estrategias pedagógicas aplicadas en el aula.

Este enfoque se basa en la premisa de que el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro puede ser de gran utilidad para los educadores, a fin de que diseñen métodos de enseñanza más efectivos. Al entender cómo los estímulos y las experiencias influyen en el cerebro y cómo se desarrolla el aprendizaje, los docentes pueden tomar decisiones fundamentadas acerca de los enfoques pedagógicos más adecuados para fomentar un aprendizaje significativo.

Un aspecto destacado de la neuroeducación es su énfasis en la individualidad de los estudiantes. Reconoce que cada alumno es único y que existen notables diferencias en cuanto

al desarrollo cerebral, a los estilos de aprendizaje y a las capacidades cognitivas de cada individuo. Este enfoque permite a los educadores adaptar sus métodos de enseñanza según las necesidades específicas de cada estudiante, facilitando así un aprendizaje más personalizado y efectivo.

Adicionalmente, la neuroeducación busca proporcionar a los educadores herramientas prácticas respaldadas por evidencia científica. Los avances en neurociencia han demostrado, por ejemplo, la importancia de la atención, la memoria, la emoción y la motivación en el proceso de aprendizaje. Los educadores pueden aprovechar este conocimiento para desarrollar estrategias que mejoren la atención de los estudiantes, refuercen la retención de información, estimulen una respuesta emocional positiva y promuevan la motivación intrínseca.

La neuroeducación también se interesa por las condiciones del entorno educativo que influyen en el aprendizaje. Factores como el estrés, la nutrición, el sueño y el ejercicio físico pueden tener un impacto significativo en el funcionamiento cerebral y, por ende, en la capacidad de aprendizaje de los estudiantes. Los educadores que aplican el enfoque de la neuroeducación tienen en cuenta estos factores y procuran crear un entorno propicio para el aprendizaje, promoviendo el bienestar emocional y físico de los alumnos.

De esta manera, Domínguez (2019) considera la importancia de reconocer las partes del cerebro para potenciar el aprendizaje en el aula desde una perspectiva de la neuroeducación y comenta que el cerebro humano está compuesto por tres partes fundamentales: el cerebro reptiliano, el cerebro límbico y el neocórtex. El cerebro reptiliano se encarga de las funciones esenciales para la supervivencia y el control muscular; en el cerebro límbico se procesan las emociones, las relaciones interpersonales y se inicia el proceso de memorización y, por último, el neocórtex alberga la inteligencia emocional e intelectual, posibilitando habilidades como el pensamiento,

la planificación y la organización. Estas divisiones cerebrales tienen relevancia en el ámbito educativo.

Plantea algunas recomendaciones que se presentan principalmente en el nivel preescolar y primario; sin embargo, los educadores de otros niveles pueden adaptarlas según las necesidades individuales de sus estudiantes:

- Para el cerebro reptiliano se sugiere establecer rutinas o rituales, como escuchar la misma canción, escribir una agenda diaria, iniciar las actividades con juegos o realizar tareas de higiene de manera constante.
- Con relación al cerebro límbico es importante prestar atención a las actitudes territoriales y ayudar a los estudiantes a llegar a acuerdos en situaciones de conflicto. Además, se recomienda fomentar la autoestima, elaborar acuerdos escolares de convivencia en conjunto con los alumnos, generar vínculos entre ellos y crear un ambiente de escucha y libertad.
- Para el neocórtex, se sugiere trabajar con actividades que promuevan las funciones ejecutivas, como la planificación, la organización, la selección de conductas, la inhibición de conductas automáticas, la supervisión de acciones, el control del tiempo y el logro de metas. Estas recomendaciones pueden ser adaptadas según las necesidades y el nivel de los estudiantes.

Es importante agregar que, como lo comenta Ortiz (2015), el cerebro humano presenta una división en dos hemisferios que desempeñan funciones distintas, pero se complementan gracias a una conexión de fibras nerviosas. El hemisferio izquierdo se encarga de procesar la información de manera racional, abarcando funciones lógicas, analíticas y verbales, y de habilidades como la destreza manual, la lectura y el lenguaje; por otro lado, el hemisferio derecho se ocupa

de aspectos emocionales, de la comunicación no verbal, de la capacidad espacial, de la sensibilidad y de la creatividad. Ambos hemisferios están conectados a través de una amplia red de neuronas y participan en casi todas las funciones mentales. Cada hemisferio presenta cuatro lóbulos: frontal (responsable de la planificación, del razonamiento y del control emocional), parietal (encargado de la percepción del gusto, tacto y temperatura), temporal (procesamiento del sonido, la música y el habla) y occipital (procesamiento visual de formas, colores y movimientos).

Sin embargo, se plantea un desafío en la neuroeducación en el aula. Muñoz (2021) plantea que el desafío actual reside en el proceso de desaprender para aprender. Los avances en neurociencias han demostrado la existencia de la neuroplasticidad, que nos permite estimular las actividades cerebrales y formar nuevas conexiones neuronales a través de experiencias; en otras palabras, nuestro cerebro tiene la capacidad de aprender, regenerarse y generar nuevas neuronas a lo largo de toda la vida. Por esta razón, resulta más difícil desechar creencias arraigadas que incorporar nueva información. El desafío radica en enfrentar el cambio, desear transformarse y creer que dicho cambio permitirá la incorporación de nuevos aprendizajes; sin embargo, muchos profesores se resisten al cambio y se aferran a prácticas antiguas. No obstante, Domínguez (2019) plantea algunos principios en el ámbito neuroeducativo que puede considerarse en las actividades y reflexiones del aula:

- El cerebro, como único órgano con capacidad de aprendizaje, puede enseñarse a sí mismo.
- Cada cerebro es único y se forma a través de influencias ambientales y experiencias de vida.
- El aprendizaje cerebral se basa en patrones que se detectan, aprenden y utilizan cuando son necesarios.

- Las emociones influyen en el funcionamiento cerebral; el estrés obstaculiza el aprendizaje, mientras que las emociones positivas son fundamentales para él.
- El cuerpo y el cerebro se necesitan mutuamente para aprender. El movimiento y el ejercicio mejoran las habilidades cognitivas. El cerebro tiene diversas inteligencias interconectadas.
- El desarrollo cerebral se ve afectado por factores genéticos y ambientales; por lo tanto, un entorno enriquecedor, cuidando la nutrición, el descanso adecuado, un ambiente sociocultural estimulante y emociones positivas son importantes.

En conclusión, la neuroeducación presenta una perspectiva innovadora y relevante que los educadores y los centros educativos deben tener en cuenta. Es fundamental adquirir conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro, ya que este órgano desempeña un papel crucial en todos los procesos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje. Además de los procesos psicológicos básicos, como la percepción, la atención, la memoria, la emoción, el pensamiento, el aprendizaje y la motivación, las ciencias como la neuropsicología han resaltado las funciones ejecutivas que engloban habilidades como la planificación, la organización, la resolución de problemas, la toma de decisiones, el control de los impulsos y la metacognición. Comprender y estimular estos procesos resulta esencial para lograr mejoras en todos los aspectos educativos.

Para reflexionar e indagar

- ¿Cómo podemos aplicar los principios de la neuroeducación en el ámbito escolar?

- ¿Qué estrategias podrían implementarse para promover un entorno educativo enriquecido que favorezca el desarrollo cerebral?
- ¿Qué impacto tiene la comprensión del funcionamiento del cerebro en la planificación y organización de las actividades educativas?
- ¿Cuál es la importancia de reconocer la individualidad de cada cerebro y cómo podemos aprovecharla para potenciar el aprendizaje en el aula?
- ¿Cómo pueden los docentes superar la resistencia al cambio y adoptar nuevas prácticas basadas en los principios de la neuroeducación?

Referencias bibliográficas

- AGUADO, Luis (2019). *Emoción, afecto y motivación. Un enfoque de procesos*. Madrid: Alianza.
- AGUIRRE, Liseth y María MOYA (2022). «La neuroeducación. Estrategia innovadora en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes». *Dominio de las ciencias*, 8(2), 466-482. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383427>
- AKHUTINA, Tatiana (2002). «L. S. Vygotsky y A. R. Luria: la formación de la neuropsicología». *Revista Española de Neuropsicología*, 4(2-3), 108-129. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2011215>
- ALANIZ, Fátima; Fernanda DURÁN, Brenda QUIJANO, Tamar SALAS, Jesús CISNEROS y Gelacio GUZMÁN (2022). «Memoria: Revisión conceptual». *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 9(17), 45-52.
- ASTON, Gary y Jonathan COHEN (2005). «An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: Adaptive gain and optimal performance». *Annual Review of Neuroscience*, 28, 403-450. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16022602/>
- AZCOAGA, Juan (1979). *Aprendizaje fisiológico y aprendizaje pedagógico* (5.ª edición). Buenos Aires: Ateneo.
- AZCOAGA, Juan y Lyda MEJÍA (2008). «Aproximación neurofisiológica: intervención en los trastornos de aprendizaje». En Jorge Eslava, Lyda Mejía, Luis Quintanar y Yulia Solovieva (eds.), *Los trastornos del aprendizaje: perspectivas neuropsicológicas* (pp. 95-141). Bogotá: Magisterio.

- AZCOAGA, Juan y Elvira PEÑA (2008). «Aproximación neurofisiológica: fundamentos teórico-metodológicos». En Jorge Eslava, Lyda Mejía, Luis Quintanar y Yulia Solovieva (eds.), *Los trastornos del aprendizaje: perspectivas neuropsicológicas* (pp. 25-52). Bogotá: Magisterio.
- BARRIENTOS, Pedro (2021). *Neurociencia. Emoción y aprendizaje*. Huancayo: Pedro Barrientos.
- BAYARDO FLORES SIERRA, E. (2016). Proceso de la atención y su implicación en el proceso de aprendizaje. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, VII(3), 187-197.
- BECERRA, Sebastián y Jorge PINTO (2019). «Control contextual en la habituación: Disminución y potenciación de la respuesta de sobresalto en humanos». *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 11(3), 10-18. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/racc/article/view/23305>
- BOWLBY, J. (1977). The Bowlby-Ainsworth attachment theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 2(4), 637-638. Cambridge University Press & Assessment+1. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00064955>
- CABRALES, Amelia (2015). «Neuropsicología y la localización de las funciones cerebrales superiores en estudios de resonancia magnética funcional con tareas». *Acta Neurológica Colombiana*, 31(1), 92-100. Recuperado de <https://www.actaneurologica.com/index.php/anc/article/view/1236>
- CAICEDO, Humberto (2016). *Neuroeducación. Una propuesta educativa en el aula de clase*. Bogotá: Ediciones de la U.
- CAICEDO, Humberto (2017). *Neuroaprendizaje. Una propuesta educativa*. Bogotá: Ediciones de la U.
- CAINE, Renate Nummela y Geoffrey CAINE (1997). *Education on the Edge of Possibility*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- CASANOVA BORJAS, L. (2021). Incorporación de la neurotecnología educativa en los procesos de enseñanza y

- aprendizaje: Incorporation of educational neurotechnology in the teaching and learning process. *REDIE-LUZ*, 11(1), 135-139. Recuperado de <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/article/view/36944>
- CEVALLOS, Irinia y María RODRÍGUEZ (2019). «Neuroeducación una tendencia pedagógica en el aprendizaje para la vida». *Cienciamatría*, 6(10), 547-559. Recuperado de <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/231>
- CHOMSKY, Noam (1974 [1957]). *Estructuras sintácticas*. Ciudad de México: Siglo XXI.
- CHOMSKY, Noam (1970 [1965]). *Aspectos de la teoría de la sintaxis*. Madrid: Aguilar.
- CORAL MELO, Caroline; Sonia MARTÍNEZ RUBIO, Nelly MAYA CALPA y Marianita MARROQUÍN YEROVI (2021). «La neuroeducación y aprendizaje significativo. Estudio experimental en tres instituciones del nivel de básica primaria». *Unimar*, 39(2), 50-83. Recuperado de <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/unimar/article/view/2616>
- CUMPA VALENCIA, Moisés (2019). «Usos y abusos del término “neurociencias”: una revisión sistemática en revistas indexadas Scielo». *ConCiencia*, 4(1), 30-67. Recuperado de <https://revistaconciencia.edu.pe/ojs/index.php/55551/article/view/12>
- DELORS, Jacques (ed.) (1996). *La educación encierra un tesoro*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000109590_spa
- DEMERA, Kleyner, Liseth LÓPEZ, Merly ZAMBRANO, Natividad ALCÍVAR y Marcelo BARCIA (2020). «Memorización y pensamiento crítico-reflexivo en el desarrollo del aprendizaje».

- Dominio de las Ciencias*, 6(3). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539696>
- DÍAZ, Nadir (2018). «¿Qué puede aportar el enfoque histórico-cultural a la neuropsicología contemporánea?». *Alternativas en psicología*, 39, 116-130. Recuperado de <https://alternativas.me/attachments/article/172/8%20-%20Qu%C3%A9%20puede%20aportar%20el%20Enfoque%20Hist%C3%B3rico-Cultural.pdf>
- DICCIONARIO CHILE (2016). Sensopercepción. En *Etimologías de Chile*. Recuperado el 5 de diciembre de 2025, de <https://etimologias.dechile.net/?sensopercepcion=>
- DOMÍNGUEZ, Maribel (2019). «Neuroeducación: elemento para potenciar el aprendizaje de las aulas del siglo XXI». *Educación y Ciencia*, 8(52), 66-76. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9119603>
- DOMJAN, M. (2019). *Fundamentos del condicionamiento y el aprendizaje*. Ciudad de México: El Manual Moderno.
- EBBINGHAUS (1998 [1885]). *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie* [Memory: A contribution to experimental psychology]. Verlag von Duncker & Humblot.
- ESTRADA, Laura (2018). *Motivación y emoción*. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.
- FELD, Víctor (2017). «La obra de Juan E. Azcoaga». *Neuropsicología latinoamericana*, 9(3), 1-6.
- FERNÁNDEZ, Carlos (2022). «Neuroeducación en entornos de realidad aumentada». *Actas de Diseño*, 40, 7-92. Recuperado de <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/article/view/5721>
- FINOZZI, María (2020). *Desarrollo emocional en la primera infancia*. (Trabajo de grado). Universidad de la República, Montevideo. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/28817>

- FLORES, Julio (2022). *Historia y desarrollo de la neuropsicología*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- FORIGUA, Juan Carlos (2018). *Atención, sensación y percepción*. Bogotá: Areandina.
- FRERÉ, Jesennia; Johanna VÉLIZ, Evelina SARCO y Kerly CAMPOVERDE (2022). «La percepción, la cognición y la interactividad». *Recimundo*, 6(2), 151-159. Recuperado de <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1555>
- FREUD, Sigmund (1997 [1895]). *Proyecto de una psicología para neurólogos. Obras completas* (tomo II). Buenos Aires: Losada.
- FUENTES, Adela; Jennifer UMAÑA, Alicia RISSO y David FACAL, D. (2021). «Ciencias cognitivas y educación: Una propuesta de diálogo». *Sophia*, (30), 43-70. Recuperado de <https://sophia.ups.edu.ec/index.php/sophia/article/view/30.2021.01>
- GARCÍA, Araceli (2022). «El equilibrio emocional como proceso en la recuperación de los trastornos de personalidad y adicciones». *Quaderns de Psicologia*, 24(1). Recuperado de <https://quadernsdepsicologia.cat/article/view/v24-n1-garcia-pardo>
- GARDNER, Howard (2001 [1983]). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.
- GARDNER, Howard (2011 [1993]). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- GONZÁLEZ, Viviana; Doris CASTELLANOS, María CÓRDOVA, Marisel REBOLLAR, Martha MARTÍNEZ, Ana María FERNÁNDEZ, Norma MARTÍNEZ y Daysi PÉREZ (1995). *Psicología para educadores*. La Habana: Pueblo y Educación.
- GUADAMUZ, Jennifer; Mario MIRANDA y Natalia MORA (2022). «Actualización sobre neuroplasticidad cerebral». *Revista Medica Sinergia*, 7(6).
- GUTIÉRREZ, Socorro y Mara RUIZ (2018). «Impacto de la educación inicial y preescolar en el neurodesarrollo infantil». *Revista de investigación educativa*, 9(17), 33-51.

- Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-85502018000200033
- HASSELMO, Michael y Martin SARTER (2011). «Modes and Models of Forebrain Cholinergic Neuromodulation of Cognition». *Neuropsychopharmacology*, 36(1), 52-73. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/npp2010104>
- HERNÁNDEZ, R. (1963). «Fundamento de la teoría de I. Pavlov sobre la actividad nerviosa superior». En I. Velvovski, Konstantin Platonov, V. Ploticher y E. Shugón (eds.), *Psicoprofilaxis de los dolores del parto* (pp. 118-156). Recuperado de <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/lau-universidad/article/download/1067/993/3113>
- HOYAYES, Julissa A. (2020). «Proceso psicológico superior: Análisis de las gnosias en la población adulta». *Magazine de las Ciencias*, 5. Recuperado de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/1140>
- JAMES, W. (2006 [1890]). *The principles of psychology*. Henry Holt and Company. Biblioteca Pública de Nueva York
- JUNG, Carl G. (2021 [1921]). *Tipos psicológicos*. Madrid: Trotta.
- JUNG, Carl G. (1995 [1964]). *El hombre y sus símbolos*. Barcelona: Paidós.
- KAHNEMAN, Daniel (2011). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona: Debate.
- LASCANO, María y María MACÍAS (2018). *Procesos senso-perceptivos en el desarrollo motriz grueso en niños de 4 a 5 años*. (Tesis). Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32943>
- LANCÓN, Laura y Silvia GARCÍA (2021). «Simulación de la sensación y percepción de un espacio arquitectónico a través de acústica virtual». *Tecnología y Diseño*, 16, 31-41. Recuperado de <https://revistatd.azc.uam.mx/index.php/rtd/article/view/122>

- LEÓN, Esteban y Bernardo PEÑA (2022). *Psicología del aprendizaje y la memoria*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- LESAGE, Luisa (2013). «La enseñanza de etimologías grecolatinas aplicadas al ámbito científico: una experiencia». *Thamyris*, 4, 191-241.
- LLINÁS, Rodolfo (2003). *El cerebro y el mito del yo. El papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humano*. Bogotá: Norma.
- LÓPEZ ROSETTI, Daniel (2022). *Equilibrio. Cómo pensamos, cómo sentimos, cómo decidimos*. Buenos Aires: Planeta.
- LOZOYA, Esperanza; Susana AMAYA y Rebeca LOZOYA (2018). «La neurociencia cognitiva en la formación inicial de docentes investigadores educativos». *Ciencia y Educación*, 2(3), 11-25. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7151583>
- LUQUE, Karina y María LUCAS (2020). «La neuroeducación en el proceso de enseñanza aprendizaje». *Atlante*. Recuperado de <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/06/neuroeducacion.html>
- MANRIQUE, María (2020). «Tipología de procesos cognitivos. Una herramienta para el análisis de situaciones de enseñanza». *Educación*, 29(57), 163-185. Recuperado de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/educacion/article/view/22789>
- MARINA, José (1996). *El laberinto sentimental*. Barcelona: Anagrama.
- MARRONE, Mario (2018). «La teoría del apego y el psicodrama». *Clínica Contemporánea*, 9(2), 1-9. Recuperado de <https://www.revistaclinicacontemporanea.org/art/cc2018a9>
- MARTÍNEZ, Franklin (s. f.). *Cerebro y actividad nerviosa superior: las bases neurofisiológicas de la educación infantil*. Recuperado de https://www.waece.org/web_nuevo_concepto/textos/lecturas05_a.pdf

- MARTÍNEZ, Héctor (2022). «Las relaciones entre cerebro y conducta: ¿hay posibilidades de comunicación?». *Apuntes de Psicología*, 36(1-2), 21-25. Recuperado de <https://apuntesdepsicologia.es/index.php/revista/article/view/706>
- MARTÍNEZ, Miguel (2008). *Epistemología y metodología cualitativa en las ciencias sociales*. Ciudad de México: Trillas.
- MARTÍNEZ, Pascual (2018). «El conocimiento según las ciencias cognitivas». *Contrastes*, 23(2), 115-123. Recuperado de <https://revistas.uma.es/index.php/contrastes/article/view/5575>
- MARTÍNEZ, Pedro; Oscar ARÍSTIDES y María MONTÁNCHEZ (2018). «Juan Enrique Azcoaga (1925-2015): pionero de la neuropsicología del aprendizaje: In Memoriam». *CienciAmérica*, 7, 12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6343764.pdf>
- MARTÍNEZ, Sandra; Bárbara FERNÁNDEZ y Julio BARROSO (2021). «La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior». *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19. Recuperado de <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/644>
- MATURANA, Humberto (2002). *Transformación en la convivencia*. Santiago: Dolmen.
- MISSONNIER, Pascal; François HERRMANN, Jonas RICHIARDI, Cristelle RODRIGUEZ, Marie-Pierre DEIBER, Gabriel GOLD y Panteleimon GIANNAKOPOULOS (2013). «Attention-related Potentials Allow for a Highly Accurate Discrimination of Mild Cognitive Impairment Subtypes». *Neuro-degenerative diseases*, 12(2), 59-70.
- MORA, Juan José (2019). «Neuroestética aplicada o cómo actúa la teoría de la mente ligada a la presencia de una posible prosodia artística». *Comuniars*, 2, 57-72. Recuperado de <https://revistascientificas.us.es/index.php/Comuniars/article/download/12741/11068/43166>

- MUÑOZ, Fabio (2021). «Neuroeducación en el aula: el próximo unicornio». En Alejandro Díaz, Azucena Villa, Jorge Carmona, Yarimar Díaz, Yair Olvera, Fabio Muñoz, Mario Gea, Jacqueline Gómez y Pedro García, *Neuroeducación, de lo científico a lo práctico* (pp. 125-152). Durango: Asociación Normalista de Docentes Investigadores.
- NIEOULLON, André (2002). «Dopamine and the Regulation of Cognition and Attention». *Progress in Neurobiology*, 67(1), 53-83. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301008202000114?via%3Dihub>
- ORDÓÑEZ, M. y SÁNCHEZ, P. (2020). «Evaluación de funciones mentales». En Leidy Ordóñez y Diana Sánchez (eds.), *Evaluación de la función neuromuscular* (pp. 43-70). Cali: Universidad Santiago de Cali. Recuperado de <https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/download/211/214/3804?inline=1>
- ORTIZ, Alexander (2015). *Neuroeducación. ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?* Bogotá: Ediciones de la U.
- PALENCIA, María (2018). «La atención: desde la mirada freudiana y la perspectiva neurocognitiva». *Subjetividad y Procesos Cognitivos*, 22(3), 130-142.
- PAVÓN, Fabián (2005). «La actividad nerviosa superior». *Derecho Ecuador*. Recuperado de <https://derechoecuador.com/la-actividad-nerviosa-superior/>
- PIAGET, Jean (2000 [1936]). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Barcelona: Crítica.
- PLAZA GUILLÉN (2013). *Sensopercepción: una aproximación etimológica y fenomenológica*. Editorial Académica.
- POPPER, Karl (1980 [1977]). *El yo y su cerebro* (traducción de C. Solís Santos). Barcelona: Labor.
- QÜESSEP, Iván; Angélica HERNÁNDEZ y Marivel MONTES (2019). «Relación entre los dispositivos básicos de aprendizaje y el desempeño académico en estudiantes de tercer grado

- de educación básica primaria». *Psicología desde el Caribe*, 36(1), 61-81.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa.
- REYES, Carolina y José ROQUE (2020). «Ciencias cognitivas y la neuroética». *Bioética*, 28(2), 257-264.
- RODRÍGUEZ, María (2021). «El vínculo de apego y la psicoterapia breve». *Revista digital de Medicina Psicosomática y Psicoterapia*, 11(1). Recuperado de https://www.psicociencias.org/pdf_noticias/El_vinculo_de_apego_y_la_PB_M.Jesus_Rodriguez.pdf
- SALAS, Raúl (2003). «¿La educación necesita realmente de la neurociencia?». *Estudios pedagógicos*, (29), 155-171. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052003000100011>
- SÁNCHEZ, Noé y Gladys ÁLVAREZ (2022). «Impacto de la neurociencia cognitiva en los aprendizajes». *Polo del Conocimiento*, 7(6), 2382-2405.
- SÁNCHEZ-MÁRQUEZ, N. I. (2018). *Atención, memoria y emoción: una revisión conceptual* (Documento de docencia n.º 1). Universidad Cooperativa de Colombia. <https://doi.org/10.16925/greylit.2370>
- SIERRA, Enrique y Mairianny LEÓN (2019). «Plasticidad cerebral, una realidad neuronal». *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 23(4), 599-609. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942019000400599
- SOTO, Hernando (2013). «Procesos básicos de aprendizaje». *Formación integral y apoyos para el éxito académico*. Recuperado de https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Archivos_de_usuario/Documentos/Documentos_Direccion_De_Estudiantes/E.A.Procesos_basicos_de_aprendizaje_OK.pdf

- STANOVICH, Keith (2009). *Lo que no miden las pruebas de inteligencia: la psicología del pensamiento racional*. New Haven: Yale University Press.
- VILLA, Azucena (2021). «La neurociencia y las teorías del aprendizaje». En Alejandro Díaz, Azucena Villa, Jorge Carmona, Yarimar Díaz, Yair Olvera, Fabio Muñoz, Mario Gea, Jacqueline Gómez y Pedro García, *Neuroeducación, de lo científico a lo práctico* (pp. 1-21). Durango: Asociación Normalista de Docentes Investigadores.
- VIRAMONTE, Magdalena (comp.) (2000). *Comprensión lectora. Dificultades estratégicas en resolución de preguntas inferenciales*. Buenos Aires: Colihue.
- VYGOTSKY, Lev S. (1995 [1934]). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.
- VYGOTSKY, Lev S. (1979 [1978]). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- ZARAGOZA, Rosángela y Ana CUEVAS (2020). Realidad aumentada en la enseñanza. *Revista Digital Universitaria*, 21(6). Recuperado de https://www.revista.unam.mx/2020v21n6/realidad_aumentada_en_la_ensenanza/
- ZÁRATE, Brandon, Luisa GÓMEZ y Tamara BRAVO (2021). «Dos tipos de conducta: respondiente y operante, ¿una dicotomía necesaria?» *Registro Acumulativo*, 3(2), 30-42.
- ZENOFF, Alfredo (1987). «Aprendizaje pedagógico». En *Psicología, lenguaje, aprendizaje* (pp. 77-89). Buenos Aires: Pedagógicas.
- ZUBIRIA, Miguel de (2007). *ABC de pedagogía Conceptual 3. Las teorías de Pedagogía Conceptual*. Bogotá: Fundación Alberto Merani.
- ZUBIRIA, Miguel de (2009). *La afectividad humana. Sus remotos orígenes, sus instrumentos y operaciones. Cómo medirla con escalas y afectogramas*. Bogotá: Fundación Alberto Merani.

