

Neurociencia en Primaria

Pilar Martín Lobo
Silvia Pradas Montilla

1

ESQUEMA/CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN

1. Neuroeducación y su relación con otras ciencias

- 1.1. Neuroeducación
- 1.2. Neuropsicología educativa
- 1.3. Neurotecnología
- 1.4. Implicación de los profesores e investigadores en la neurociencia aplicada a la educación
 - 1.4.1. Centros de investigación, desarrollo y aplicación de la neurociencia

2. De la localización de las funciones cerebrales a la conectividad neuronal

- 2.1. Localización de las funciones cerebrales en el cerebro
 - 2.1.1. Primera unidad funcional: la organización de la actividad necesita un tono cortical del cerebro de vigilia, interrumpido durante el sueño
 - 2.1.2. Segunda unidad funcional: recibe, analiza y almacena la información
 - 2.1.3. Tercera unidad funcional: programar, regular y verificar la actividad

3. La neurociencia aplicada a la Educación Primaria

- 3.1. Habilidades neurobiológicas básicas de los estudiantes de Primaria
 - 3.1.1. Atención
 - 3.1.2. Sensorialidad y motricidad
 - 3.1.3. Memoria
 - 3.1.4. Lenguaje
- 3.2. Habilidades superiores, estrategias de estudio y funciones ejecutivas
 - 3.2.1. Habilidades superiores y estrategias de estudio
 - 3.2.2. Funciones ejecutivas
- 3.3. Desarrollo social y personal
- 3.4. Fases de aplicación y formación de profesores

4. Aplicación e investigación en los centros educativos

- 4.1. Relación entre los procesos cerebrales, los instrumentos de valoración y los programas

- 4.2. Aplicaciones e investigaciones en lectura, escritura y matemáticas
- 4.3. Proyectos de neurociencia para dificultades de aprendizaje (DA) y trastornos del neurodesarrollo
- 4.4. Proyectos de neurociencia con centros de investigación
 - 4.4.1. Proyecto de funciones ejecutivas ABC ¡Consciente, reflexivo, inteligente!
 - 4.4.2. Guía de actividades: mejora y práctica de funciones ejecutivas con niños desde la infancia hasta la adolescencia (Universidad de Harvard)
- 4.5. Programas de neurotecnología educativa

CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

La neurociencia podría transformar la educación, pues proporciona nuevos métodos para comprender el aprendizaje y el desarrollo cognitivo, sus mecanismos causales y una forma empírica de evaluar la eficacia de diferentes pedagogías.

USAH GOSWAMI

(Centre for Neuroscience in Education,
University of Cambridge, Reino Unido)

INTRODUCCIÓN

La neurociencia aplicada a la educación es un campo de estudio, investigación y desarrollo que se incrementa a medida que avanzan los hallazgos científicos sobre el funcionamiento del cerebro. Investigadores como Usha Goswami, de una amplia trayectoria de estudios, investigaciones y publicaciones en esta línea de trabajo desde 1992, afirman que la neurociencia podría transformar la educación, y en la actualidad aporta nuevos conocimientos y métodos para comprender el proceso del aprendizaje y el desarrollo de la cognición.

Al aplicar estos conocimientos en el ámbito escolar, se pueden analizar los resultados, evaluar la eficacia de los métodos empleados en las aulas e investigar, mejorando y enriqueciendo la educación (Goswami, 2015).

1. NEUROEDUCACIÓN Y SU RELACIÓN CON OTRAS CIENCIAS

1.1. Neuroeducación

La neuroeducación es una nueva ciencia de la mente, el cerebro y la educación, surgida de la relación entre la neurociencia, la psicología y la educación (Tokuhamma-Espinosa, 2011). Esta autora, de la universidad de Harvard, destacó el desarrollo de nuevas ciencias interdisciplinarias que se desarrollan a partir de la ciencia de la mente, el cerebro y la educación.

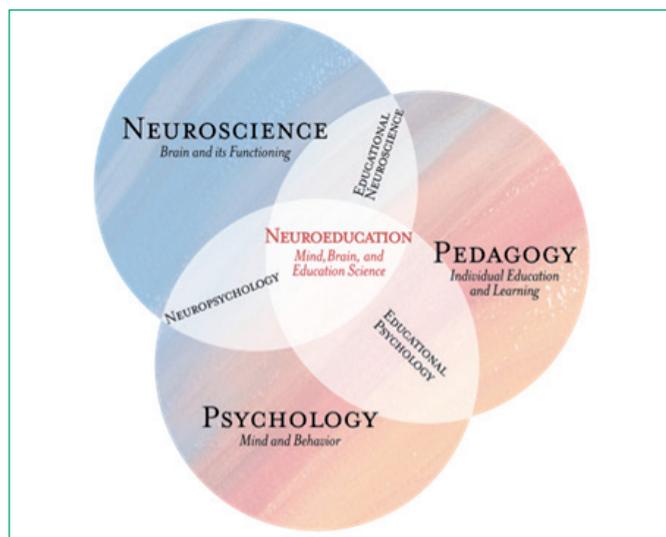


Figura 1. La ciencia de mente, cerebro y educación (*Mind, Brain, Education: MBE*) como un campo transdisciplinario.

Nota. La neuroeducación, como estudio de la mente, el cerebro y la educación (*Mind, Brain, Education, MBE*), facilita la combinación de la neurociencia, la psicología y la educación para el desarrollo de nuevas ciencias transdisciplinarias de neurociencia educativa, neuropsicología y psicología educativa (tomado de Tokuhama-Espinosa, 2011).

Entre 2007-2008, y en estudios continuados durante diez años, se realizaron revisiones para analizar la validez de los hallazgos neurocientíficos y educativos de aplicación de la neurociencia en las aulas; en 2020 se publicó un nuevo estudio, evaluando lo que la mente, el cerebro y la educación nos han enseñado sobre la enseñanza y el aprendizaje desde 2007 a 2020 (Tokujama-Espinosa, 2008; 2010; Tokuhama-Espinosa y Nouri, 2020). Los resultados de estos estudios y de una encuesta en 2019-2020, aplicada a 112 expertos neurocientíficos y educadores, mostraron que existe un creciente consenso mundial sobre el conocimiento de los docentes para incorporar la neurociencia a su formación y a la práctica educativa. Para ello, es necesario seguir realizando planes de formación, prácticas en el aula y seguir investigando en esta línea colaborativa de neurocientíficos y educadores (Tokujama-Espinosa y Nouri, 2020). En esta línea, investigadores como Ansari et al. (2012), Cambell y Pagé (2012), Zadina (2015) y Howard-Jones (2016) dan relevancia a las bases neurofisiológicas de los procesos cognitivos relacionados con el aprendizaje y apuestan por esta línea de trabajo e innovación. Además, diferentes instituciones educativas y universidades han puesto en marcha proyectos invirtiendo en la formación de los educadores para la aplicación de la neurociencia. Una muestra de ello son los títulos universitarios diseñados y puestos en marcha en neurociencia aplicada a la educación y las publicaciones de la revista

Participación Educativa del Consejo Escolar del Estado en España (2012); este número monográfico, además de artículos científicos sobre el cerebro, incluye experiencias a compartir de la formación de los profesores.

1.2. Neuropsicología educativa: aportaciones a la neuroeducación

La neurociencia cognitiva proporciona un marco integrador para que los profesionales de los diferentes ámbitos clínico, educativo, psicológico y social tengan en cuenta el funcionamiento cerebral que está en la base del aprendizaje y de la conducta infantil y juvenil. Para llevarlo a cabo con el rigor científico que requiere,

- es necesario conocer las funciones cerebrales que participan en la base de los procesos cognitivos y en la conducta,
- estudiar los cambios evolutivos del sistema nervioso que se llevan a cabo durante las diferentes edades escolares
- y sus implicaciones educativas en los estudiantes (Portellano, 2011).

En este sentido, la neuropsicología que se ha ido desarrollando durante los últimos años, paralelamente a la neurociencia, como disciplina científica y profesional, aporta conocimientos y metodología de investigación y de trabajo, no solo al campo de la clínica, sino también en el de la educación. La neuroeducación encuentra en la neuropsicología educativa el conocimiento, y la comprensión de los procesos de aprendizaje y de la conducta durante la etapa escolar. Por otra parte, facilita la detección, comprensión y aplicación de metodologías para optimizar el desarrollo, prevenir, detectar y participar en la mejora de las dificultades de aprendizaje y de las alteraciones o trastornos desde el ámbito escolar.

1.3. Neurotecnología

En los años setenta, las técnicas de neuroimagen funcional proporcionaron herramientas para conocer la actividad cerebral mientras los estudiantes realizaban diferentes tareas cognitivas. La tecnología de la imagen por resonancia en el cerebro facilitó el estudio y la investigación científica empírica en este campo. En la actualidad, los importantes avances de la tecnología y del conocimiento del cerebro han hecho posible la neurotecnología que está en pleno desarrollo aplicada a la educación, como herramienta necesaria para la adquisición de habilidades, el aprendizaje y el desarrollo del potencial de cada estudiante (Pradas, 2017).

La neurociencia, la neuropsicología, clínica y educativa, la neuroeducación y la neurotecnología educativas están aportando nuevos conocimientos, programas y re-

cursos prácticos a la neuroeducación, con evidencias científicas y publicaciones, que van mostrando la repercusión que tienen en el neurodesarrollo, el aprendizaje y la conducta de los estudiantes desde edades tempranas.

1.4. Implicación de los profesores e investigadores en la neurociencia aplicada a la educación

Los profesionales educativos, en mayor o menor número, y dependiendo también de la comprensión y de la mente abierta de los directivos de los colegios, muestran interés y deseos de aprender los mecanismos neurales del aprendizaje y la neurociencia para mejorar su trabajo; en cuanto reciben formación específica y empiezan a aplicarla en el aula, comprueban que sus alumnos atienden, se motivan y aprenden mejor. En consecuencia, mejoran sus calificaciones escolares y el ambiente del aula es más estimulante, profesional y participativo. Esta percepción estimula la creatividad del profesorado para enriquecer la didáctica, seguir aprendiendo neurociencia y orientar a cada estudiante según sus necesidades, desde un enfoque más científico y efectivo.

- Los proyectos de innovación y enriquecimiento que incorporan la neurociencia a la práctica educativa son liderados por investigadores, maestros y profesores con formación científica sobre el funcionamiento del cerebro de los niños y jóvenes, cada uno en el nivel acorde a su función.
- Los maestros y profesores que lo aplican en la práctica educativa y muestran evidencias científicas de sus resultados, han recibido previamente formación específica sobre este campo.
- Participan en cursos de formación en el propio colegio o en la universidad. En la actualidad, se puede encontrar una amplia oferta para cursar y obtener títulos de máster o títulos universitarios propios; además de poder participar en congresos y encuentros entre investigadores y profesores, a nivel nacional o internacional.
- Colaboran en estudios e investigaciones con acciones prácticas para poder transferir los hallazgos de los mecanismos neurales del aprendizaje a la práctica en el aula y a la orientación e intervención con cada estudiante (Guerrero, 2021; Thomas et al., 2019).

Evidenciamos la mejora clara de los estudiantes que realizan este tipo de programas; sin embargo, nos falta trabajar más en equipo, compartir experiencias y programas, apoyar y valorar las prácticas que realizan otros grupos, la investigación y las financiaciones de la investigación-acción para reflejar y publicar las evidencias científicas de los resultados.

1.4.1. Centros de investigación, desarrollo y aplicación de la neurociencia

En la actualidad existen diferentes centros de estudio, investigación y aplicación de la neurociencia a la práctica educativa, destacables y referentes por su trabajo interdisciplinar y su apertura para transferir sus hallazgos a los profesionales de la educación.

- Centro de Transferencia de la Neurociencia y el Aprendizaje (ZNL), Ulm, Alemania. El ZNL es un centro para las neurociencias, la investigación psicopedagógica y la práctica educativa. Los estudios neurocientíficos proporcionan información sobre el funcionamiento y las propiedades del cerebro. Al hacerlo, dan impulso a la investigación sobre el aprendizaje en la teoría y en la práctica educativa en las escuelas: examinan si ciertas medidas y conceptos son efectivos y en qué condiciones. Para ampliar información <https://wp.znl-ulm.de/>
- *Centre for Educational Neuroscience*, University of College of London, Reino Unido. www.educationalneuroscience.org.uk
- *Centre for Neuroscience in Education*, Cambridge University, Reino Unido. En la web se pueden encontrar recursos para familias, profesores e investigadores. www.educ.cam.ac.uk/centres/neuroscience/
- *The NeuroEducational Research Network*, Bristol, Reino Unido. <https://www.bristol.ac.uk/education/study/masters/education/neuroscience/>
- *The Leiden Institute for Brain and Cognition (LIBC)*, Holanda. <https://www.universiteitleiden.nl/en/social-behavioural-sciences/libc>
- *Centro para la Investigación Educativa e Innovación (CERI)*, de la OCDE www.teach-the-brain.org
- *Escuela de Posgraduados en Educación*, Harvard, Graduate School of Education "Mind, Brain, and Education", MBE Science, Estados Unidos. www.gse.harvard.edu/academics/masters/mbe/
- *Centro Nacional para la Innovación y la Investigación Educativa*, Ministerio de Educación, España. <http://educalab.es/cniie/planes-proyectos/plan-de-neuropsicologia-educativa>

En España se está trabajando en esta línea de aplicación de la neurociencia, la neuropsicología y la neurotecnología a la educación, desde hace décadas. Una muestra de ello son las publicaciones del Centro de Investigación e Innovación del Ministerio de Educación, producto de más de veinte años de investigación sobre los procesos neuropsicológicos del aprendizaje, los instrumentos de valoración y los programas, en la teoría y en la práctica educativa de los autores (Martin-Lobo, 2016; Martin-Lobo y Vergara, 2016; Pradas, 2017).

2. DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS FUNCIONES CEREBRALES A LA CONECTIVIDAD NEURONAL

Para desarrollar al máximo el potencial de los estudiantes de Primaria y de cualquier edad escolar, es necesario conocer cómo funciona el cerebro en el aprendizaje y en la conducta. Las investigaciones han ido aportando conocimientos sobre *la localización* y mapeo de las funciones cerebrales y, posteriormente, se avanzó en la especialización del cerebro en *unidades funcionales*. En la actualidad, está en desarrollo *la teoría de redes y de conexiones neuronales*, de los proyectos The Human Connectome Project (HCP) de Estados Unidos y el Brain Research Through Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN) europeo.

2.1. Localización de las funciones cerebrales en el cerebro

En el *modelo localizacionista* se estudia el sistema nervioso asignando diferentes funciones y conductas a regiones concretas del cerebro; por ejemplo, este modelo sirvió para localizar el área cerebral de Broca relacionada con el habla y el lenguaje, pero no puede explicar los procesos cerebrales cognitivos complejos (Josselyn et al., 2017).

□ Organización del cerebro en unidades funcionales

Luria (1973, 1980) afirma que los procesos psíquicos superiores, como el pensamiento, el lenguaje y la memoria, necesitan la interacción de procesos básicos previos y requieren diferentes componentes para poder funcionar de forma eficiente. En consecuencia, Luria propone un modelo de organización funcional del cerebro, con una estructura jerárquica, en tres unidades o bloques funcionales que se muestran a continuación.

2.1.1. Primera unidad funcional: la organización de la actividad necesita un tono cortical del cerebro de vigilia, interrumpido durante el sueño

El tono hace posible que se pueda iniciar el proceso para recibir y analizar la información, así como para mantener la actividad de los procesos mentales en curso.

- *Las estructuras del tono cortical están en el tronco cerebral, por debajo de la corteza; la formación reticular realiza el mecanismo activador de la corteza cerebral a través de células nerviosas conectadas entre ellas.*
- *El sistema reticular ascendente está compuesto de fibras que suben hasta las estructuras nerviosas superiores y en el sistema reticular descendente las fibras co-*

mienzan en las estructuras superiores y van hacia las inferiores. Se condicionan las respuestas motoras y se regula la entrada de aferencias sensitivas visuales, auditivas, propioceptivas y otras.

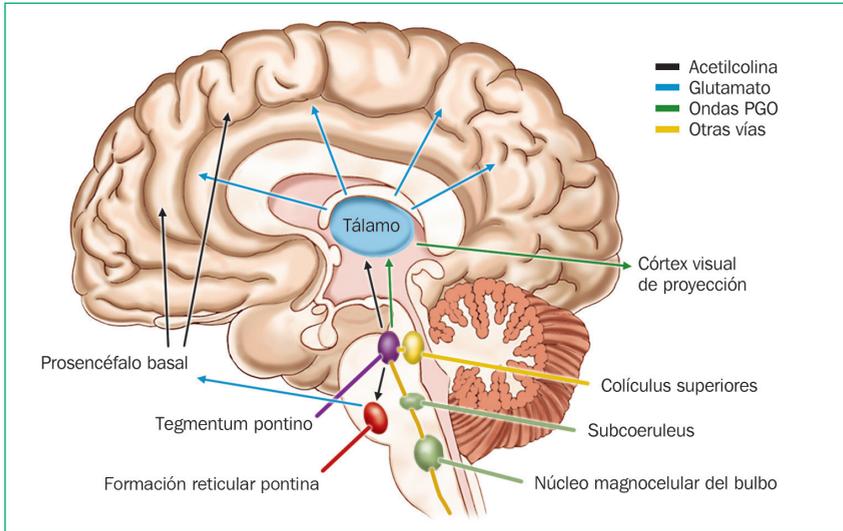


Figura 2. Sistema de formación reticular del cerebro

Nota. Imagen de la formación reticular del cerebro que realiza el mecanismo activador de la corteza cerebral a través de células nerviosas conectadas entre ellas. Tomado de https://img.scoop.it/OVuNEMr4ProjzbDU630-YXXXL4j3HpexhjNOF_P3YmryPKwJ94QGRT-Db3Sbc6KY

La primera unidad funcional del cerebro está implicada en los procesos de vigilia y en la regulación refleja de funciones vitales neurológicas y psicológicas, influye en el control sobre las emociones y mantiene el estado cortical necesario para realizar la actividad consciente.

2.1.2. Segunda unidad funcional: recibe, analiza y almacena la información

Participan las regiones cerebrales del lóbulo occipital, temporal y parietal del cerebro para realizar los procesos visuales, auditivos y táctiles. Los estímulos van de los receptores hasta la corteza correspondiente donde están los analizadores visuales, auditivos y cinestésicos, que están formados por las áreas primarias, secundarias y terciarias.

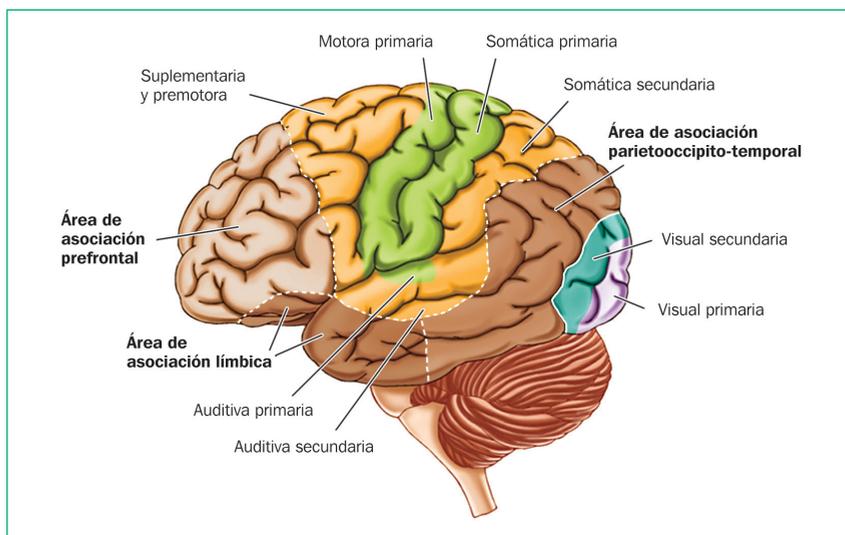


Figura 3. Regiones cerebrales del lóbulo occipital, temporal, parietal y frontal: áreas de asociación

Nota. Regiones cerebrales del lóbulo occipital, temporal, parietal y frontal: áreas de asociación. Tomado de https://www.elsevier.com/__data/assets/image/0005/927887/Areas-cerebro-3.jpg

- **Áreas primarias de proyección:** organizadas de forma que reciben las *aferencias o entradas de información* que llegan de diferentes partes del cuerpo y terminan en partes específicas de estas áreas.
- **Área secundaria de proyección-asociación:** selecciona las aferencias que son menos específicas y reorganiza el análisis de las áreas primarias. Para ello, realiza la síntesis y la codificación temporo-espacial de las áreas secundarias en cada analizador visual, auditivo y cinestésico. Almacena la información en la modalidad específica.
- **Zonas terciarias de superposición:** integran los procesos perceptivos de las diferentes modalidades sensoriales. La integración sensorial facilita la comprensión en el proceso de aprendizaje.