

Introducción a la neuroeducación

1

ESQUEMA/CONTENIDOS

I. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

II. CONTENIDOS

1. Neuroeducación, un nuevo campo de actividad científica

- 1.1. Características de la investigación neuroeducativa
 - 1.1.1. Enfoque transdisciplinar
 - 1.1.2. Investigación basada en la práctica y con implicaciones para la práctica
 - 1.1.3. Complementariedad paradigmática
 - 1.1.4. Aplicación de diversos métodos y técnicas de investigación
- 1.2. El proceso cíclico de colaboración en neuroeducación
- 1.3. Implicaciones éticas de la investigación neuroeducativa

2. Neuromitos en educación

III. RESUMEN DEL CAPÍTULO

IV. GLOSARIO

V. ACTIVIDADES

I. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

En este primer capítulo se presenta la neuroeducación como un nuevo campo de actividad científica. Concretamente, se introduce su propósito fundamental, las principales características de la investigación que se lleva a cabo dentro de esta disciplina y, también, se abordan algunos de los principales desafíos éticos a los que se está enfrentando o se deberá enfrentar la investigación neuroeducativa durante los próximos años. Finalmente, se exponen algunos de los principales neuromitos que han proliferado entre la población de educadores durante los últimos años, con la finalidad de prevenir sobre el mal uso de los hallazgos neurocientíficos en la práctica educativa.

Al finalizar el Capítulo 1, el estudiante será capaz de:

1. Conocer las principales características de la neuroeducación como campo de actividad científica.
2. Describir los métodos y técnicas utilizados en la investigación neuroeducativa.
3. Analizar las implicaciones éticas asociadas a la investigación neuroeducativa.
4. Reconocer los principales neuromitos que han surgido en educación.
5. Juzgar críticamente la validez y utilidad de los argumentos, las intervenciones y los productos educativos «basados en el cerebro» que están presentes en el contexto educativo.

II. CONTENIDOS

1. NEUROEDUCACIÓN, UN NUEVO CAMPO DE ACTIVIDAD CIENTÍFICA

La neurociencia ha experimentado un rápido crecimiento durante los últimos años. La proclamación de George Bush de la década de los 90 como «La década del cerebro» (*The decade of the brain*), los avances que desde los años 70 del pasado siglo se vienen produciendo en el ámbito de las técnicas de neuroimagen o la financiación de importantes proyectos de investigación como el *Human Brain Project* (Unión Europea, 2013-2023) o el *Brain Activity Map Project* (EEUU, 2014-2025), entre otros hitos destacables, están contribuyendo a lograr una mejor comprensión de las funciones perceptivas, cognitivas o emocionales, con las consecuentes implicaciones que esto conlleva para la educación (OCDE, 2007).

En este contexto, la neuroeducación (también denominada *Mind, Brain and Education* [Mente, cerebro y educación], neurodidáctica o neurociencia educativa) surge como una nueva disciplina que busca transferir al aula los conocimientos neurocientíficos sobre los procesos de aprendizaje. La neuroeducación se configura como una ciencia transdisciplinar que reúne a investigadores procedentes de diferentes áreas (neurociencia, psicología, educación, etc.) con la finalidad de establecer puentes bidireccionales que permitan cerrar las brechas existentes entre la teoría y la práctica. Estos puentes bidireccionales deben permitir el flujo continuo de información desde la neurociencia a la educación, para garantizar que las políticas y prácticas educativas se basan en los conocimientos existentes sobre el cerebro y, desde la educación a la neurociencia, para ayudar a dirigir la investigación neurocientífica hacia áreas relevantes para la práctica educativa (Anaya, 2014).

Como puede observarse, el objetivo último de la neuroeducación es conocer cómo se puede contribuir a maximizar el potencial de todos y cada uno de los alumnos, logrando que el aprendizaje resulte significativo. En la práctica, esto implica identificar las principales variables individuales que influyen en el aprendizaje y los contextos óptimos en los que se produce el aprendizaje. Conocer las bases biológicas del aprendizaje permitirá guiar las prácticas de enseñanza para que sean más eficaces y eficientes y mejorar las políticas educativas, lo cual tendrá repercusiones directas sobre los resultados de los estudiantes.

1.1. Características de la investigación neuroeducativa

1.1.1. Enfoque transdisciplinar

Como se indicaba anteriormente, una de las principales características de esta nueva disciplina es su carácter transdisciplinar, que implica otorgar una importancia similar a los conocimientos procedentes de las diferentes disciplinas en las que se basa, entre otras, la neurociencia, la psicología o la educación. La transdisciplinariedad es un concepto dinámico por el que varias disciplinas se conectan para dar lugar a una nueva disciplina; va más allá de una simple colaboración entre disciplinas y supone un reto para los investigadores, que deben trascender de los límites de la disciplina de la que proceden para situarse en el marco de una nueva disciplina basada en supuestos, objetivos, métodos y procedimientos diferentes.

De acuerdo con Knox (2015), la transdisciplinariedad requiere centrar la atención en el problema al que se desea dar respuesta, para poder aportar soluciones al mismo en función de las diferentes perspectivas y experiencias individuales.

We are not students of some subject matter but students of problems. And problems may cut right across the borders of any subject matter or discipline (Popper, 1962, p. 67).

Dicho problema de investigación constituye el punto de conexión entre los diferentes investigadores, y debe abordarse desde un enfoque global que integre diferentes metodologías (cualitativas y cuantitativas). Para ello, es necesario que los neuroeducadores muestren la suficiente flexibilidad y apertura para valorar los supuestos filosóficos y perspectivas de conocimiento procedentes de otras disciplinas. A su vez, es necesario tener en cuenta que la investigación en neuroeducación se extiende a través de diferentes contextos (biológicos, conductuales y sociales) e incluye diferentes niveles de análisis (genes, redes neuronales, comportamientos, etc.).

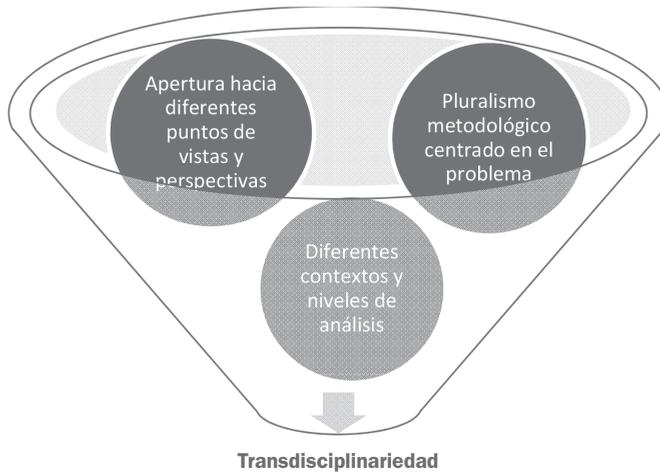


Figura 1.1. Características de la transdisciplinariedad.

Fuente: elaboración propia a partir de Knox (2015).

1.1.2. Investigación basada en la práctica y con implicaciones para la práctica

La investigación neurocientífica promueve una investigación basada en la práctica y, por tanto, con implicaciones para la práctica. Para ello, resulta esencial que la colaboración entre los diferentes profesionales se dirija hacia:

- la formulación de preguntas de investigación relevantes para la práctica educativa, es decir, que sean de interés y utilidad para la educación.
- la traducción de los hallazgos neurocientíficos en prácticas educativas eficaces.

Los objetivos de esta investigación deben perseguir comprender los problemas fundamentales que se asocian a los procesos de enseñanza y aprendizaje y, a su vez, los resultados derivados de la misma deben permitir mejorar la calidad de las prácticas educativas (Stein y Fischer, 2011).

1.1.3. Complementariedad paradigmática

La investigación neuroeducativa no puede restringirse a un único paradigma; por el contrario, debe responder a diferentes enfoques metodológicos. De esta forma, los estudios de corte cualitativo pueden ayudar a identificar factores y fenómenos nuevos e imprevistos, los estudios longitudinales a entender el desarrollo de los sujetos a lo largo de las diferentes etapas del ciclo vital, los estudios de neuroimagen a descubrir los mecanismos neuronales que subyacen al aprendizaje, etc.

The so-called 'paradigm wars' that have beset educational research over the past few decades have in my view been based more upon fundamental philosophical differences than on the much more specific theories and methods associated with various research paradigms (Campbell, 2011, p. 12).

Las distintas formas de dar respuesta al problema de investigación, en función de las diferentes aproximaciones paradigmáticas, permitirá formular objetivos complementarios, lográndose una comprensión más completa del fenómeno objeto de estudio.

Tabla 1.1

Principales paradigmas de la investigación neuroeducativa

	Positivista	Interpretativo	Reflexivo
Metodología	Cuantitativa	Cualitativa	
Métodos	Experimental: <ul style="list-style-type: none"> ■ pre experimental ■ experimental puro ■ cuasi experimental No experimental: <ul style="list-style-type: none"> ■ Descriptivo ■ Correlacional 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Etnográfico ■ Fenomenológico ■ Hermenéutico ■ Biográfico ■ Estudios de caso 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Investigación-acción ■ Participativo
Técnicas de recogida de información	<ul style="list-style-type: none"> ■ Técnicas de neuroimagen ■ Técnicas de registro de señales fisiológicas ■ Observación sistemática ■ Encuestas ■ Entrevistas estructuradas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Observación participante ■ Entrevista en profundidad ■ Narraciones personales 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diarios de campo ■ Comunicación interpersonal

Fuente: elaboración propia.

1.1.4. Aplicación de diversos métodos y técnicas de investigación

Unido a lo anterior, se debe señalar que la investigación neurocientífica requiere de la comprensión y el empleo de diversos métodos y técnicas de investigación. Aunque los métodos, los instrumentos y los objetivos de la investigación cuantitativa y cualitativa difieren, no deben considerarse incompatibles.

Independientemente de la disciplina de la que procedan los investigadores en neuroeducación, éstos deben mostrar la apertura y la flexibilidad suficiente para valorar los resultados de los estudios llevados a cabo en otras disciplinas y, a su vez, deben

tener un conocimiento básico sobre los métodos y las técnicas de investigación que utilizan otros investigadores.

En el caso concreto de los profesionales de la educación, conviene que conozcan la existencia de las técnicas que se emplean dentro de la investigación neurocientífica y de la investigación en psicología cognitiva, como son las técnicas de neuroimagen o las técnicas de registro de señales fisiológicas.

Dentro de las técnicas de neuroimagen, es posible diferenciar entre las técnicas de neuroimagen estructurales y las técnicas de neuroimagen funcionales. Las técnicas de neuroimagen estructurales registran la forma del cerebro y de las diferentes estructuras que lo componen (corteza, núcleos subcorticales, etc.). Dentro de estas técnicas se encuentran:

- Tomografía computarizada (TC): utiliza rayos X para producir las imágenes del encéfalo y el cráneo.
- Imagen por resonancia magnética (IRM): permite obtener imágenes mediante la exposición del cuerpo a fuertes campos electromagnéticos. Estas imágenes facilitan una distinción clara entre la sustancia gris y la sustancia blanca.
- Angiografía cerebral: proporciona imágenes precisas de las arterias y las venas, permitiendo identificar anomalías como, por ejemplo, ante una aneurisma.



Tomografía computarizada (TC)

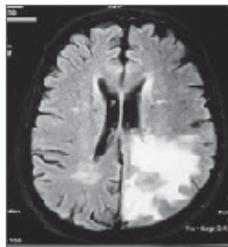
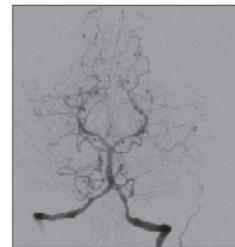


Imagen por Resonancia magnética (IRM)



Angiografía cerebral

Figura 1.2. Neuroimágenes estructurales.

Fuente: adaptado de Wikimedia Commons.

Por su parte, las técnicas de neuroimagen funcionales miden los cambios en el flujo de sangre que se producen cuando el sujeto ejecuta una tarea mental o la actividad magnética de las neuronas. De esta forma, no solo proporcionan información sobre la anatomía del cerebro sino, también, sobre cómo actúa el cerebro ante determinadas circunstancias. Dentro de estas técnicas encontramos:

- Resonancia magnética funcional (IRMf): registra los cambios hemodinámicos asociados a la mayor actividad de las neuronas que están implicadas en la realización de una determinada tarea.

- Tomografía por emisión de positrones (PET): requiere inyectar al sujeto un compuesto (por ejemplo, glucosa) que previamente ha sido marcado con distintos radionúclidos emisores de positrones (isótopos radiactivos). El compuesto, junto con esta sustancia radiactiva, se acumula en aquellas áreas cerebrales que presentan una mayor actividad y, mediante dispositivos externos, se registra el patrón de radiactividad.
- Tomografía por emisión de fotón único (SPECT): similar a la anterior, se diferencia en el radiofármaco que se administra y en el dispositivo externo que se utiliza para detectar la radiactividad. En este caso se produce una sola señal, pero los marcadores radiactivos que se utilizan son más fáciles de obtener.
- Magnetoencefalografía (MEG): mide los campos magnéticos asociados a los impulsos eléctricos que genera la actividad neuronal.

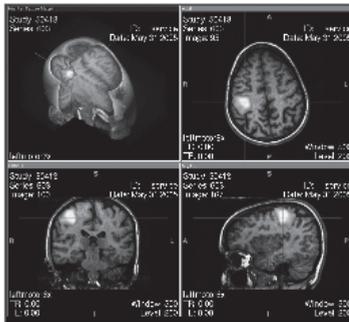
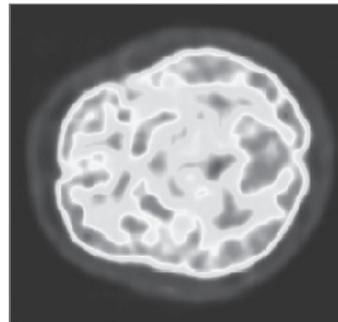
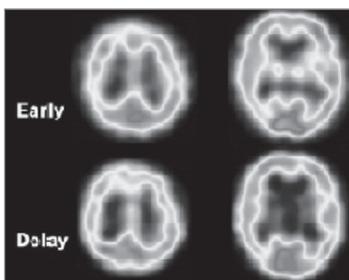


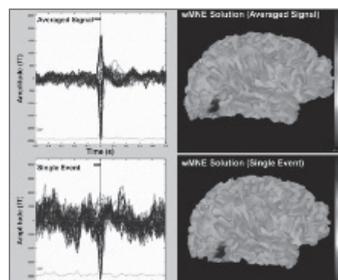
Imagen por Resonancia Magnética Funcional (IRMf)



Tomografía por emisión de positrones (PET)



Tomografía por emisión de fotón único (SPECT)



Magnetoencefalografía (MEG)

Figura 1.3. Neuroimágenes funcionales.

Fuente: adaptado de Oshida et al. (2019) y Papadelis et al. (2013) y Wikimedia Commons.

Las técnicas de registro de señales fisiológicas son más baratas y no invasivas, pero solo informan de que se está produciendo algún tipo de procesamiento cognitivo-emo-

cional. Estas señales pueden ayudarnos a entender la cognición y, especialmente, la respuesta emocional (Howard-Jones, 2011). Dentro de ellas, se diferencia entre las técnicas que registran la actividad bioeléctrica y las que registran la actividad física (por ejemplo, la temperatura, la presión sanguínea, etc.).

Entre las técnicas que registran la actividad eléctrica, encontramos:

- Electrocardiograma (ECG): registra la actividad eléctrica del corazón
- Electrogastrograma (EGG): mide las señales eléctricas del estómago y de los intestinos.
- Electrooculograma (EOG): registra el movimiento de los ojos.
- Electroretinograma (ERG): mide la respuesta de las células de la retina a un estímulo luminoso.
- Electromiograma (EMG): registra la actividad eléctrica de los músculos.

1.2. El proceso cíclico de colaboración en neuroeducación

Como se han indicado anteriormente, el establecimiento de la neuroeducación como un campo de actividad científica requiere de una colaboración bidireccional entre los neurocientíficos cognitivos y los educadores que garantice que desde la neurociencia se investigan cuestiones relevantes para la educación y que, en el diseño de las prácticas y políticas educativas, se tienen en cuenta los conocimientos derivados de la investigación neurocientífica.

Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, esta colaboración se ha considerado en una sola dirección, desde la neurociencia a la educación, lo cual, entre otros, ha hecho que proliferasen numerosos neuromitos y otras falsas creencias sobre el cerebro entre los educadores. Con la finalidad de superar esta realidad y lograr una verdadera colaboración bidireccional entre la neurociencia y la educación, Pincham et al. (2014) proponen el siguiente proceso cíclico de cuatro etapas:

- *Etapas* 1 - *Identificar una necesidad educativa*. En esta primera etapa, los investigadores y educadores deben trabajar juntos para identificar aquellas necesidades educativas que desde la neurociencia se puede ayudar a responder. Resulta esencial en este punto considerar los resultados generados por la investigación neurocientífica o, incluso, llevar a cabo nuevas investigaciones.

Ejemplo. Ante el siguiente interrogante: ¿cómo los profesores pueden identificar a aquellos alumnos que presentan dificultades de aprendizaje de las matemáticas?, el neurocientífico educativo puede proponer que los estudiantes lleven a cabo tareas de comparación de magnitudes porque los estudios de neuroimagen han revelado que el surco interparietal

está implicado en la representación de las magnitudes numéricas y que esta área se activa cuando se realizan tareas de comparación de números. A su vez, los estudios han puesto de manifiesto cómo los niños con dificultades para las matemáticas presentan patrones anormales de activación en esas regiones.

- *Etapa 2 - Desarrollar una propuesta de investigación.* Los neurocientíficos y educadores desarrollan una propuesta de investigación dirigida a traducir o evaluar los hallazgos neurocientíficos en el ámbito educativo, es decir, analizan cómo estos resultados pueden ser aplicados o evaluados en las aulas.

Ejemplo. Tomando como base el ejemplo anterior, junto con las tareas de comparación de magnitudes numéricas, se puede proponer evaluar el rendimiento de los alumnos en matemáticas en diferentes momentos temporales.

- *Etapa 3 - Aplicar en el aula o en el ámbito escolar.* Durante esta etapa, se debe desarrollar la investigación propuesta en la fase anterior. A este respecto, en el momento de seleccionar la muestra se debe tener en cuenta la importancia de generalizar los resultados.

Ejemplo. Se debería llevar a cabo el proyecto de investigación establecido en la fase anterior. Los resultados obtenidos por los estudiantes en las tareas de comparación de magnitudes podrían relacionarse con las medidas de rendimiento para, de esa forma, evaluar la eficacia de la intervención.

- *Etapa 4 - Comunicar los resultados.* Se requiere la colaboración conjunta de los investigadores y educadores para evaluar los resultados alcanzados, establecer posibles limitaciones e identificar nuevas necesidades. Los resultados de esta fase retroalimentarán la etapa 1 de este proceso de manera iterativa.

Ejemplo. Tras analizar los resultados obtenidos en la fase anterior, se puede considerar necesario ampliar la intervención a otras etapas educativas. También, se podría valorar la pertinencia de que los alumnos que presentan dificultades de aprendizaje de las matemáticas participasen en estudios de neuroimagen dirigidos a comprender mejor el correlato neuronal del déficit detectado.