

La neurociencia en el ámbito educativo. Análisis de la producción científica y copalabras del término *neuroeducación*

Pablo Dúo Terrón^{1*}

¹ Universidad de La Rioja; pablo.duo@unir.net;  0000-0002-8961-7351

*Correspondencia

Pablo Dúo Terrón
Correo electrónico: pablo.duo@unir.net

Citación

Dúo Terrón P. La neurociencia en el ámbito educativo. Análisis de la producción científica y copalabras del término neuroeducación. JONED. Journal of Neuroeducation. 2024; 4(2): 46-65. doi: 10.1344/joned.v4i1.42417

Fecha de recepción:
14/05/2023
Fecha de aceptación:
07/09/2023
Fecha de publicación:
15/02/2024

Conflicto de intereses

El autor declara la ausencia de conflicto de interés.

Editora

Laia Lluch Molins (Universitat de Barcelona, España)

Revisores

Norton Contreras Paredes
Antoni Santandreu Mayol

Derechos de autor

© Pablo Dúo Terrón, 2024

Esta publicación está sujeta a la Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 de Creative Commons.



Resumen

Entender cómo funciona el cerebro de los estudiantes a través de la neurociencia repercute en campos como el aprendizaje, la memoria, la emoción o la resolución de problemas en el ámbito educativo y se le denomina neuroeducación. El objetivo de esta investigación ha sido analizar la evolución científica de términos y palabras clave sobre neuroeducación desde el año 2000 hasta 2022 en tres periodos de tiempo; además de conocer la producción científica de manuscritos, los documentos y autores más relevantes. El método de estudio empleado fue de carácter bibliométrico con un análisis del desarrollo en la literatura científica y la base de datos utilizada ha sido Web of Science (WoS). Se usaron los programas WoS y SciMAT para extraer y analizar los datos mediante un total de 1638 manuscritos. Los resultados del estudio muestran que en los periodos estudiados sobre neurociencia en educación los términos más relevantes en las investigaciones han sufrido cambios con el paso del tiempo, pero con una relación de temas emergentes como “colegio”, “habilidad”, “conocimiento” o “motivación”. Finalmente, se llevó a cabo una discusión de los resultados que pueden servir de punto de inflexión para futuras líneas de investigación en el campo educativo sobre neuroeducación.

Palabras clave: neurociencia; neuroeducación; educación; análisis bibliométrico; Web of Science; SciMAT.

Resum

Entendre com funciona el cervell dels estudiants a través de la neurociència repercuteix en camps com l'aprenentatge, la memòria, l'emoció o la resolució de problemes en l'àmbit educatiu i se'l denomina neuroeducació. L'objectiu d'aquesta investigació ha estat analitzar l'evolució científica de termes i paraules clau sobre neuroeducació des de l'any 2000 fins al 2022 en tres períodes de temps; a més, conèixer la producció científica de manuscrits, els documents i els autors més rellevants. El mètode d'estudi emprat va ser de caràcter bibliomètric amb una anàlisi del desenvolupament a la literatura científica i la base de dades utilitzada ha estat Web of Science (WoS). Es van fer servir els programes WoS i SciMAT per extreure i analitzar les dades mitjançant un total de 1638 manuscrits. Els resultats de l'estudi mostren com en els períodes estudiats sobre neurociència

en educació els termes més rellevants a les investigacions han patit canvis amb el pas del temps, però amb una relació de temes emergents com “col·legi”, “habilitat”, “coneixement” o “motivació”. Finalment, es va dur a terme una discussió dels resultats, que poden servir de punt d’inflexió per a futures línies de recerca al camp educatiu sobre neuroeducació.

Paraules clau: neurociència; neuroeducació; educació; anàlisi bibliomètrica; web de la ciència; SciMAT.

Abstract

Understanding how students’ brains work through neuroscience has an impact on fields such as learning, memory, emotion or problem solving in the field of education and is known as neuroeducation. The aim of this research has been to analyse the scientific evolution of terms and keywords on neuroeducation from 2000 to 2022 in three periods of time, as well as to know the scientific production of manuscripts, the most relevant documents and authors. The study method used was bibliometric with an analysis of the development of the scientific literature and the database used was Web of Science (WoS). The WoS and SciMAT programmes were used to extract and analyse data from a total of 1638 manuscripts. The results of the study show how in the periods studied on neuroscience in education the most relevant terms in research have undergone changes over time, but with a relation of emerging themes such as “school”, “ability”, “knowledge” or “motivation”. Finally, a discussion of the results was carried out, which can serve as a turning point for future lines of research in the field of neuroeducation in education.

Keywords: neuroscience; neuroeducation; education; bibliometric analysis; Web of Science; SciMAT.

Introducción

La neurociencia es el estudio científico del sistema nervioso¹⁻² que incluye el cerebro³⁻⁴, la médula espinal⁵⁻⁶ y los nervios periféricos⁷⁻⁸. Esta disciplina se enfoca en la comprensión de la estructura, función, desarrollo, genética, bioquímica y patologías del sistema nervioso⁹ en diferentes organismos. Está considerada una disciplina interdisciplinaria¹⁰ que se relaciona con la biología¹¹, la psicología¹²⁻¹³, la física¹⁴, la matemática¹⁵⁻¹⁶, la filosofía¹⁷ y la informática¹⁸, entre otros campos. Sus descubrimientos y avances han tenido un impacto significativo en estas disciplinas, incluido la educación¹⁹.

Por este motivo, esta investigación se centra en el estudio de la evolución y producción científica del campo de la neurociencia dentro de la educación y análisis de copalabras, debido a que la neurociencia tiene que establecer un conjunto de conceptos bási-

cos enfocado a la educación²⁰⁻²¹ y atrae la atención de numerosos investigadores²². De esta manera, se asientan las bases para enseñar habilidades de manera competencial, necesarias para dominar un campo profesional²³⁻²⁴ como el educativo.

Neurociencia en el ámbito educativo

La combinación entre la neurociencia y la educación se denomina neuroeducación²⁵ y sirve para entender cómo funciona el cerebro, relacionando las habilidades cognitivas²⁶ como la memoria, la resolución de problemas y la toma de decisiones, vinculadas con el aprendizaje²⁷. La neuroeducación se define como la ciencia que aprovecha el funcionamiento del cerebro para aplicar este conocimiento a la instrucción (aprender y memorizar) y la educación¹⁹. La actividad cerebral puede repercutir en estados de la mente como la emoción o la concentración²⁸ y ha tenido un impacto en la comprensión de la educación en

los últimos años²⁹. Por ello, la neuroeducación está enfocada en desarrollar estrategias, métodos y estilos de enseñanza³⁰⁻³¹ basados en la comprensión sobre cómo el cerebro procesa la información y los estudiantes aprenden mejor.

En las escuelas, la neuroeducación tiene una serie de beneficios en el desarrollo y aprendizaje de los estudiantes que están relacionados con el aprendizaje colaborativo, la expresión plástica, el aprendizaje kinestésico, las rutinas de pensamiento y la gamificación³². En este sentido, promueve el aprendizaje significativo³³, es decir, tiene sentido y relevancia para el alumnado y estimula el pensamiento divergente, crítico y creativo³⁴. Esto permite a los estudiantes explorar nuevas ideas, dar soluciones creativas a los problemas y ayuda a que el aprendizaje sea más efectivo y duradero³⁵. Por este motivo, se utiliza el término *neurodidáctica*, que consiste en mejorar el desarrollo de nuevas técnicas educativas desde el punto de vista de los docentes, basadas en los principios de la neurociencia, la cual explica la relación entre las emociones de los estudiantes y su aprendizaje³⁶.

Además, la pandemia provocada por la covid-19 y sus restricciones en las relaciones sociales han tenido un profundo impacto en la educación y, por consiguiente, un desafío para los estudiantes y docentes³⁷. La manera de enseñar a los estudiantes en este periodo, las distracciones y responsabilidades fueron, entre otros, los principales desafíos en las escuelas³⁸, principalmente debido a la irrupción de la tecnología, los dispositivos electrónicos e internet. En este sentido, se desarrollan nuevas habilidades y destrezas como el pensamiento computacional, que repercuten en las funciones ejecutivas del cerebro o las inteligencias múltiples a través de la tecnología³⁹. Estas nuevas tendencias y relaciones sociales marcadas por el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) junto con la gamificación⁴⁰ en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se le denomina neurotecnología, aunque poco se sabe sobre su impacto en la mejora de resultados educativos⁴¹. Por este motivo, el rol del docente en el uso pedagógico de las herramientas con TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje tras la crisis de la covid-19 es fundamental desde un punto de vista emocional de los estudiantes⁴².

En general, la función principal para los investigadores en neuroeducación se centra en entender

cómo el cerebro aprende y procesa la información del exterior⁴³, cómo las emociones y la motivación afectan en el aprendizaje⁴⁴, ayudando a profesionales del ámbito educativo, tanto educadores como orientadores, a comprender y gestionar las emociones de manera más efectiva. El desarrollo de habilidades de atención y concentración puede mejorar el rendimiento académico⁴⁵ y la retención de información⁴⁶, a través de estrategias educativas basadas en la neurociencia. Estas respuestas tienen aplicaciones prácticas en diferentes niveles educativos⁴⁷; sin embargo, es necesario programas de formación para integrarlo en el diseño curricular y la instrucción en el aula⁴⁸.

Funciones ejecutivas del cerebro

Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades cognitivas y conductuales que permiten planificar, organizar, regular y controlar el comportamiento de las personas⁴⁹⁻⁵⁰ para alcanzar metas específicas que son esenciales para el aprendizaje. Estos procesos mentales que se llevan a cabo en diferentes áreas del cerebro, como el lóbulo frontal⁵¹, están relacionados con la atención, la memoria, la toma de decisiones, la resolución de problemas, la inhibición de impulsos o la flexibilidad cognitiva entre otras⁵².

Desde la perspectiva de la neuroeducación, las funciones ejecutivas son esenciales para el éxito escolar⁵³, ya que permiten a los estudiantes manejar la complejidad de las tareas académicas, planificar y seguir un plan de estudios, regular sus emociones y comportamientos, además de resolver problemas de manera efectiva. La neuroeducación sugiere que el desarrollo de las funciones ejecutivas en los estudiantes de las primeras etapas y adolescentes pueda ser estimulado y mejorado a través de la práctica de actividades y ejercicios específicos como la atención, la memoria, la percepción...³⁴, así como a través del diseño de ambientes de aprendizaje⁵⁴ que fomentan el desarrollo de estas habilidades.

La principal estructura ejecutiva del cerebro es la corteza prefrontal, que ocupa un 29 % de este y lo diferencia de cualquier otra especie porque es la zona donde se controla y unifica lo conductual y lo afectivo⁵⁵. Esta región participa en funciones tan importantes como el pensamiento, la planificación o la toma de decisiones⁵⁶⁻⁵⁷. Algunas de estas funciones en las personas son completadas en la edad adulta⁵⁸. Sin embargo, esta región es la que más cambia durante

el crecimiento, fundamental para examinar el origen de la inteligencia y la creatividad en los humanos⁵⁹.

Neuromitos

Existen numerosas teorías en el ámbito educativo sobre qué disciplinas ayudan a relajar el cerebro y aprender mejor o qué características poseen las personas para estar motivadas y concentradas; sin embargo, muchas de estas teorías son mitos sin fundamentación científica. Los neuromitos son creencias o afirmaciones falsas acerca del cerebro y su funcionamiento que han sido ampliamente difundidas²⁹, incluso en el ámbito de la neuroeducación. A menudo se basan en conceptos científicos legítimos, pero se simplifican o distorsionan para realizar afirmaciones incorrectas⁶⁰. Debido a que los neuromitos aún están presentes en la educación, es importante entender las causas protectoras de estos periodos que pueden impedir que los conceptos erróneos de la neuroeducación y el aprendizaje se asienten en el sistema de creencias de los docentes⁶¹.

Neuromitos relacionados con el aprendizaje señalan que después de determinados periodos críticos los humanos no pueden adquirir ciertos conocimientos⁶². Por ejemplo, la etapa de 0 a 3 años es considerada un periodo crítico para el desarrollo cognitivo y la plasticidad del cerebro, en el cual se puede decidir el éxito o fracaso en la vida de un niño⁶³. Otro neuromito en el campo de la neuroeducación es que los estudiantes tienen un estilo de aprendizaje dominante (visual, auditivo, kinestésico)^{64,65}. Sin embargo, tampoco existen evidencias científicas sólidas⁶⁶ para apoyar la idea de que los estudiantes tienen un estilo de aprendizaje dominante y que es más efectivo cuando se utiliza un enfoque que se ajusta a ese estilo. También que el cerebro humano utiliza solo el 10 % de su capacidad en la realización de tareas^{29,64}, pero el cerebro utiliza todo el potencial humano⁶⁷ en diferentes momentos y situaciones.

La diferencia de género también es un tema de controversia en relación con los mitos, los cuales señalan que existen diferencias estructurales y funcionales entre los cerebros de hombres y mujeres^{64,68}, este motivo explica las diferencias en el rendimiento académico entre géneros. Por último, aunque la música puede tener un efecto positivo en la motivación y el estado de ánimo de los estudiantes, no hay evidencia científica sólida⁶⁹ para apoyar la idea de que la música clásica mejora el aprendizaje y la inteligencia.

Justificación

La neuroeducación es una disciplina relativamente nueva en constante cambio debido a la irrupción de la tecnología que afecta a la forma de aprender o a las relaciones sociales⁷⁰. Este campo busca aplicar los conocimientos y descubrimientos de la neurociencia al campo de la pedagogía y la educación para mejorar la calidad y efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En consecuencia, este estudio tiene como objetivo principal conocer la evolución de la producción científica de la neuroeducación y análisis de copalabras en artículos científicos basándose en datos Web of Science (WoS) desde el año 2000 hasta el 2022 y ofrecer al campo de la investigación educativa y psicológica una ventana actualizada sobre la perspectiva de la neurociencia en educación.

Para alcanzar este objetivo, este estudio se divide en tres objetivos secundarios:

- Identificar los términos y palabras clave más destacados del término *neuroeducación* desde el año 2000 al 2022.
- Revelar la evolución de los principales términos y palabras clave de la neuroeducación en tres periodos de tiempo.
- Conocer la evolución de la literatura científica relacionada con la neuroeducación, así como los documentos y autores de mayor relevancia.

Materiales y métodos

Diseño de la investigación

El enfoque de la investigación responde a un estudio basado en el desarrollo bibliométrico de la literatura científica tomada desde la base de datos WoS³⁰. Esta base de datos fue seleccionada debido al potencial que aporta para medir y examinar con exactitud las publicaciones indexadas en la base de estudio de referencia WoS, con la finalidad de encontrar conexiones entre los temas estudiados sobre neuroeducación, además, por su prestigio y solidez, abarcando documentos de *Journal Citation Reports (JCR)*⁷¹. Por este motivo, el autor considera que esta base de datos es relevante para extraer y analizar diferentes tipos de documentos ligados con la temática del estudio. También se ha desarrollado un proceso analítico de investigaciones previas⁷² para que este trabajo sea considerado un

estudio sólido y contrastado dentro de la comunidad científica.

En primer lugar, en el mes de febrero del año 2023 se introduce en la base de datos WoS los términos *neurociencia* y *neuroeducación* sin limitar ningún periodo de tiempo, resultando un total de 408 742 documentos. Para reducir el volumen de documentos relacionados con el ámbito educativo, fueron seleccionadas las siguientes áreas de búsqueda en la base de datos WoS; “education educational research”, “education scientific disciplines”, “psychology educational” y “education special”, acotando el estudio a un total de 2005 manuscritos. Estos documentos fueron descargados e integrados al programa estadístico Sci-MAT.

Es conveniente destacar que, tanto en el tratamiento de los documentos extraídos en la base de datos WoS como en el programa estadístico Sci-MAT, el idioma utilizado fue el inglés. Posteriormente, los resultados de los temas y palabras claves fueron traducidos por un experto al español.

Para filtrar con detalle el término *neuroeducación*, se tuvo en consideración el protocolo estandarizado de la declaración PRISMA⁷³. Fueron excluidos aquellos artículos que carecían de fecha de publicación (n = 31), no aparecen los autores (n = 11), los documentos publicados con anterioridad al año 2000 (n = 43) y los del año 2023 (n = 6), debido a que el autor de la investigación opta por estudiar años completos. En la depuración de los artículos por orden alfabético se encuentran documentos duplicados (n = 7) y sin resumen (n = 205), que fueron excluidos. Por último, tras el análisis de los artículos, se excluyeron (n = 64) por otras razones como no pertenecer al ámbito educativo. En total, la investigación se reduce a 1638 documentos publicados (**figura 1**). Para la extracción de los términos más relevantes y palabras claves en todo el periodo estudiado (2000-2022), de un total de 5683 ítems, se agruparon aquellos términos que coincidían en su significado, pero escritos de diferente manera, resultando un total de 4127 términos para su análisis.

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos y la extracción de los documentos relacionados con el término *neuroeducación* de manera longitudinal, junto con la progresión de términos emergentes en varios periodos de

tiempo, se utilizó el software SciMAT, estableciendo el siguiente protocolo:

- a) Reconocimiento. Se llevó a cabo un reconocimiento exhaustivo en el que fueron analizadas las palabras claves de 1638 publicaciones, utilizando nodos para generar mapas de coocurrencia. A partir de este análisis, se generó una red de copalabras con las más destacadas e importantes, totalizando 5683 palabras. Además, el algoritmo del programa fue utilizado para unificar los términos y temas más relevantes.
- b) Reproducción. Se creó un cuadrante de diagramas con el propósito de clasificar los términos de acuerdo con su producción científica. Este diagrama se divide en cuatro cuadrantes (Q) (**figura 2a**). En el cuadrante superior derecho (Q1) se encuentran los temas más destacados y relevantes, en el cuadrante superior izquierdo (Q2) se ubican los temas menos populares o en desuso, en el cuadrante inferior izquierdo (Q3) se hallan los temas emergentes o en desaparición. Por último, en el cuadrante inferior derecho (Q4) se sitúan los temas transversales, multidisciplinares o poco desarrollados. El programa se encarga de clasificar los temas en función de su densidad (fortaleza interna) y la conectividad entre los distintos nodos y redes (centralidad)⁷⁴. Además, se ha creado una red por temas (**figura 2b**) que muestra cómo los términos están vinculados al tema principal de investigación. Finalmente, en la **figura 2c** se presenta un mapa que ilustra la evolución de los términos en tres periodos diferentes.
- c) Determinación. Para llevar a cabo la clasificación y análisis de la evolución de las publicaciones y sus nodos, se han establecido periodos de tiempo siguiendo un criterio equilibrado entre el volumen de documentos y la división en tres periodos de tiempo: P1= 2000-2012 (n = 406), P2 = 2013-2017 (n = 529) y P3 = 2018-2022 (n = 703). Para el estudio de documentos más citados, se ha utilizado un único periodo que abarca desde 2000 hasta 2022.
- d) Actuación. Para analizar el desarrollo de los temas principales, se han utilizado los intervalos de tiempo establecidos. Finalmente, se han definido los valores e indicadores de producción que están relacionados con los criterios de inclusión (**tabla 1**).

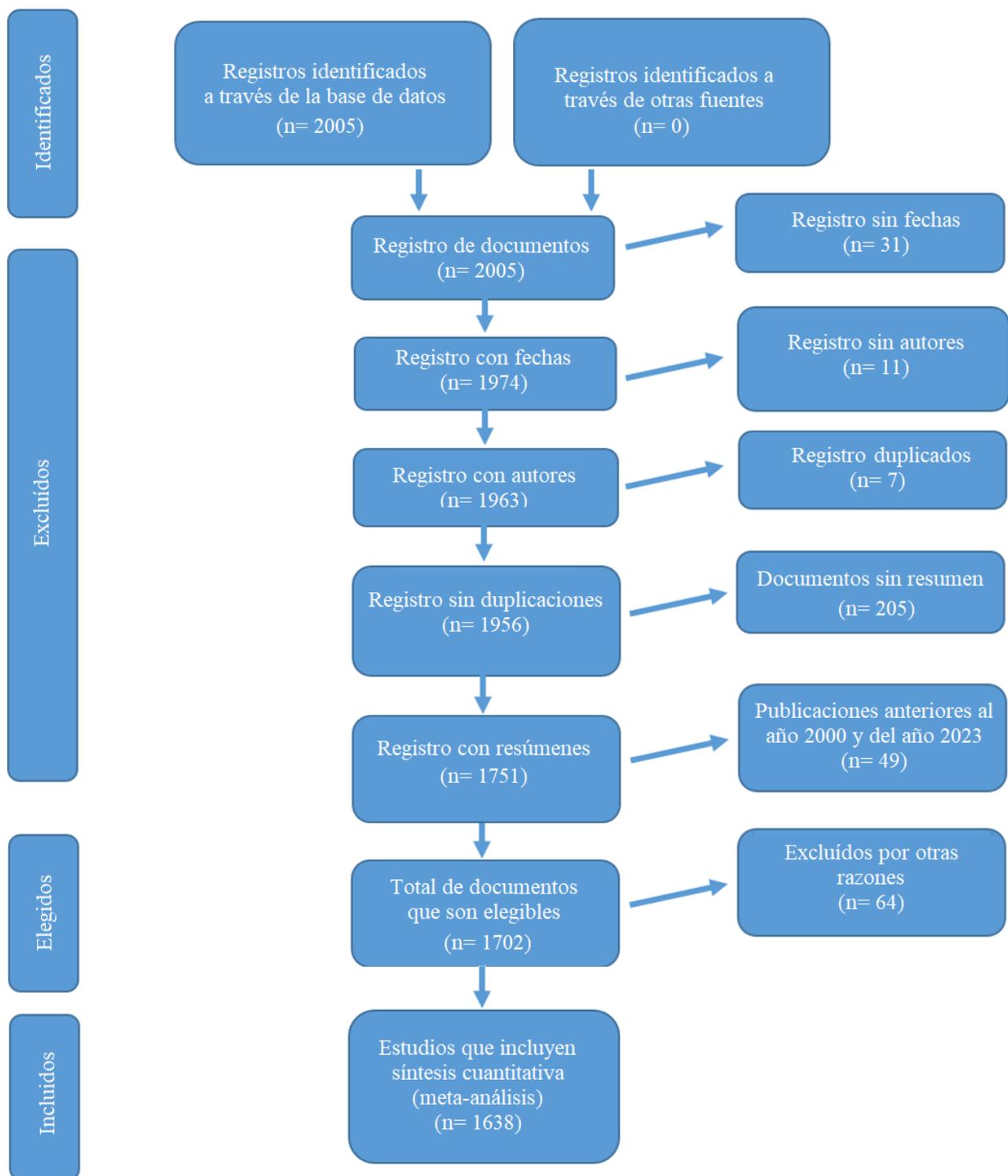


Figura 1. Protocolo PRISMA (2020).

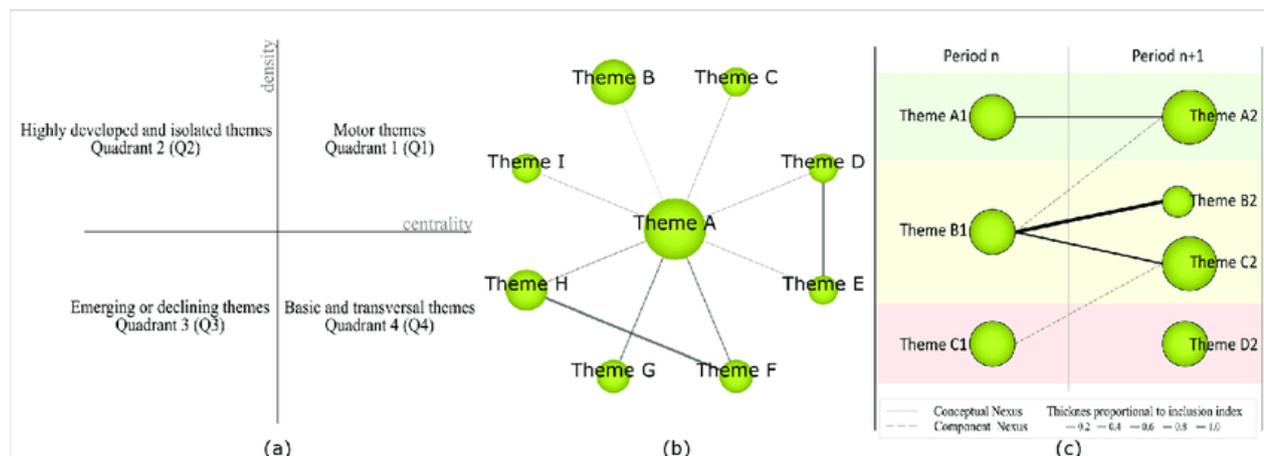


Figura 2. (a) diagrama estratégico, (b) red temática, (c) evolución temática

Tabla 1. Criterios de inclusión.

Configuración	Valores
Unidad de análisis	Palabras claves en la base de datos Web of Science (WoS)
Umbral de frecuencia	Palabras claves: $P_1 = 162, P_2 = 148, P_3 = 124$
Selección de unidad de análisis	Palabras (palabras de autor y fuente de palabras)
Tipo de matriz	Cocurrencia
Unión de coocurrencia y umbral de valor	Palabras clave: $P_1 = (2), P_2 = (2), P_3 = (2)$
Medida de normalización	Índice de equivalencia
Algoritmo de agrupamiento	Tamaños de algoritmos simples (máximo de red = 12; mínimo de red = 3)
Mapeo de documentos	Mapeo de núcleos
Medidas de calidad	h-index; g-index; q2-index; hg-index and sum citations
Mapa longitudinal	Mapa de evolución = Jaccard's index; mapa superpuesto = inclusion index

Resultados

Resultados del primer objetivo del estudio

Desarrollo estructural y temático

En la figura 3 se representa en el mapa de superposición la evolución de los términos y palabras clave más influyentes en los tres periodos analizados, donde se muestran datos importantes para el análisis. En el primer círculo de la izquierda, correspondiente al periodo de 2000-2012, se extraen de 406 documentos y se muestran 162 términos o palabras clave, de las cuales 130 (88 %) se repiten en el se-

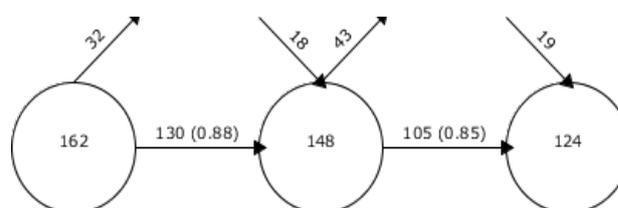


Figura 3. Mapa de superposición 2000-2022.

gundo periodo y 32 desaparecen, tal como lo indica la flecha ascendente encima del primer círculo. En

el segundo círculo, correspondiente al periodo de 2013-2017 con 529 documentos, se puede observar un descenso en el número de palabras clave de 148, donde solamente 18 son nuevas en relación con el primer periodo estudiado. Finalmente, en el tercer círculo que corresponde a los últimos cinco años del 2018-2022 y que cuenta con 703 documentos, se observa otro descenso en el número de términos con un total de 124 palabras clave, donde 105 términos o palabras clave del segundo periodo se mantienen, desaparecen 43 del segundo al tercer periodo y se incluyen solamente en estos cinco últimos años de estudio únicamente 19 términos o palabras clave nuevas. El hecho de que se mantenga el 88 % de las palabras clave del primer al segundo periodo y el 85 % del segundo al tercer periodo indica que la investigación tiene un proceso de investigación consolidado debido a que sufre pocos cambios.

Los resultados de la **figura 4**, correspondiente al mapa de evolución, muestra diversidad de información de gran importancia para el estudio. Por un lado, se ofrece un diagrama estratégico para definir el valor de los temas que han resultado del estudio del análisis de copalabras en varios periodos de tiempo P1, P2 y P3. En concreto, se ha utilizado el análisis de Callon⁷⁵, que produce una agrupación de temas y palabras clave en función de la centralidad (fuerza de la relación entre enlaces externos) y la densidad

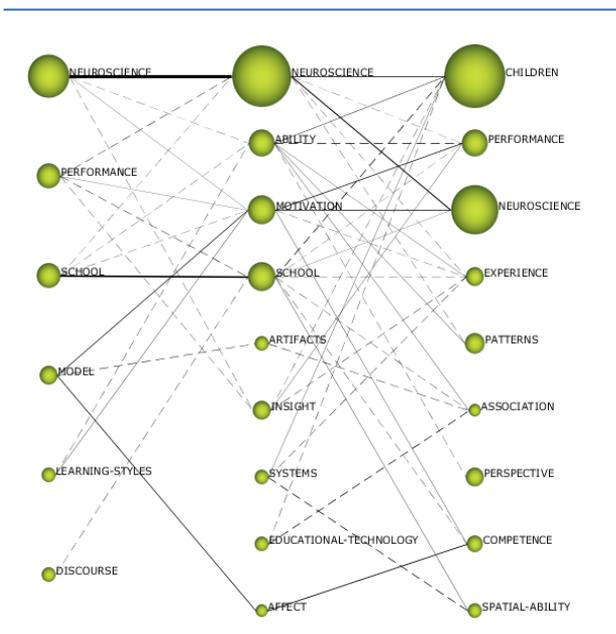


Figura 4. Mapa de evolución temática.

(fuerza de la relación entre enlaces interno) Los indicadores bibliométricos permiten conocer el valor de varios campos de investigación, como los índices h-index, el g-index, hg-index y q2-index. Finalmente, se incluye un listado de palabras que más se repiten en los manuscritos en los diferentes intervalos de tiempo (**tabla 2**).

Tabla 2. Palabras destacadas en neuroeducación.

Orden	Palabras clave	Documentos
1	Neurociencia	518
2	Cerebro	313
3	Educación	242
4	Niños y niñas	180
5	Cognición	175
6	Ciencia	133
7	Neurociencia-social	127
8	Estudiantes	124
9	Psicología	104
10	Docentes	86
11	Memoria	85
12	Autorregulación	84
13	Actuación	79
14	Enseñanza	71
15	Learning	67

Orden	Palabras clave	Documentos
16	Educación médica	65
17	Escuela	63
18	Motivación	60
19	Base neuronal	60
20	Memoria de trabajo	60
21	Lenguaje	58
22	Modelos	57
23	Conocimiento	56
24	Neurociencia-educación	54
25	Atención	50
26	Creatividad	50
27	Percepción	48
28	Emoción	46
29	Desarrollo	45
30	Currículo	44

Resultados del segundo objetivo del estudio

Primer periodo estudiado

En el análisis del primer periodo estudiado (2000-2012) que consta de 406 documentos, se pueden observar (figura 5) que el término *niños y niñas* (*children* en inglés) se ubica en el cuadrante Q1 como el término motor de las investigaciones. En este primer cuadrante también se encuentran los términos *neurociencia* y *experiencia*. Además, los resultados extraídos del programa estadístico destacan los términos *desarrollo* y *perspectiva* del cuadrante Q4 como un tema básico o transversal relacionado con la neuroeducación. Los temas en desuso o menos populares de este periodo del cuadrante Q2 son *asociación* y *competencia*. Por último, los términos emergentes del cuadrante Q3 son *habilidades espaciales* y *padres*.

En la tabla 3 el término *niños y niñas* es el más destacado en las investigaciones de neuroeducación, con un total de 59 manuscritos. Por último, se muestra el clúster de los seis términos emergentes de este periodo (figura 6). En el clúster más emergente de este periodo “niños y niñas” (figura 6a) se observa una gran relación con términos como *cerebro* o *funciones ejecutivas*. Focalizando con el término *neurociencia* en educación, en la figura 6c destacan los términos *modelo*, *recompensa* y *motivación*, con una gran conexión y coocurrencia. Otros

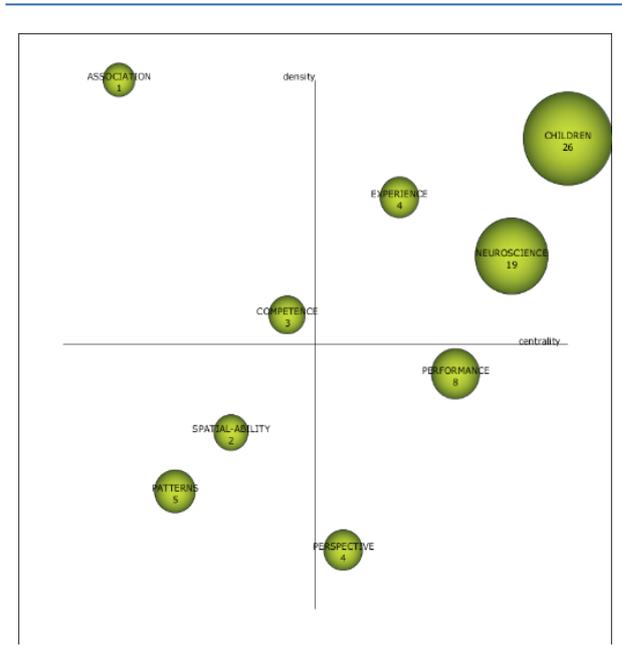


Figura 5. Diagrama estratégico del 1.º periodo (2000-2012).

términos de este clúster de neurociencia correspondiente a este periodo son *neurolingüística*, *colegio*, *ciencia*, *cognición*, *emoción*, *genética*, *lecciones* y *mecanismos*.

Tabla 3. Información del clúster del 1.º periodo (2000-2012).

Palabras clave	Cuadrante	Documentos	Sumcitations	h-index	g-index	hg-index	q ² -index
Niños y niñas	Q1	59	2,021	26	44	33.82	36.41
Actuación	Q4	14	514	8	13	10.2	18.97
Neurociencia	Q1	50	1,362	19	36	26.15	29.88
Experiencia	Q1	7	385	4	7	5.29	25.06
Patrones	Q3	5	436	5	5	5	10
Asociación	Q2	2	24	1	1	1	4.9
Perspectiva	Q4	4	215	4	4	4	14.56
Competencia	Q2	3	60	3	3	3	5.48
Habilidad espacial	Q3	2	60	2	2	2	9.59

Segundo periodo estudiado

En el análisis del segundo periodo estudiado (2013-2017) que consta de 529 documentos, se pueden observar (representado en la **figura 7** y **tabla 4**) que el término *neurociencia* se ubica en el cuadrante Q1 como el término motor de las investigaciones y con 174 documentos que citan el término, en este mismo cuadrante se encuentran los términos *motivación*, *conocimiento* y *habilidad*. Además, a diferencia del periodo anterior, donde el término *escuela* se encontraba dentro del clúster de neurociencia, en este periodo destaca como término del cuadrante Q4, es decir, un tema básico o transversal relacionado con la neuroeducación. En la **figura 8** se muestra el clúster de los nueve términos emergentes en este periodo. Referente al clúster de términos de neurociencia en este periodo de la **figura 8a**, el término *cerebro* posee una gran fuerza de conexión. Otros términos del clúster del término neurociencia son *ciencia*, *neurociencia social*, *estudiante*, *docente*, *niños y niñas*, *cognición*, *emoción*, *intervención*, *neuromitos* y *percepción*. Destaca también en este periodo los términos *habilidad* (**figura 8b**) y *motivación* (**figura 8c**), los cuales se relacionan en los estudios científicos con términos como *experiencia*, *desarrollo*, *competencias* o *estilos de aprendizaje*.

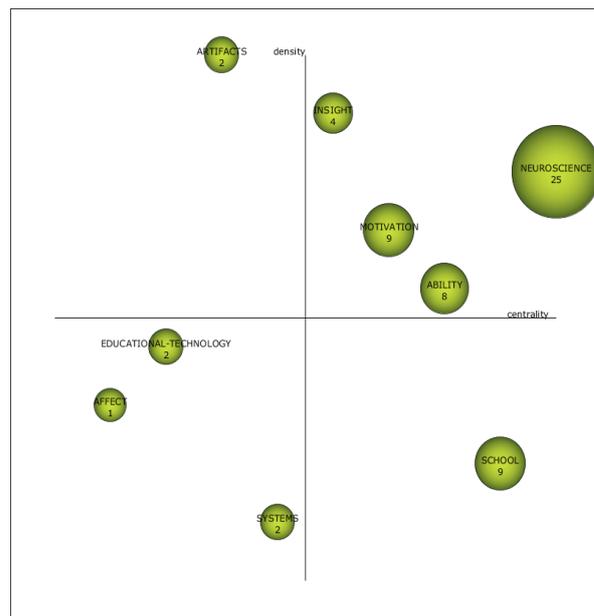


Figura 7. Diagrama estratégico del 2.º periodo (2013-2017).

Tabla 4. Información del clúster del 2.º periodo (2013-2017).

Palabras clave	Cuadrante	Documentos	Sum citations	h-index	g-index	hg-index	q ² -index
Neurociencia	Q1	174	2,338	25	40	31.62	31.62
Habilidad	Q1	12	249	8	10	8.94	13.86
Motivación	Q1	21	218	9	14	11.22	12.37
Escuela	Q4	16	233	9	14	11.22	11.22
Artefactos	Q2	3	55	2	3	2.45	9.59
Conocimiento	Q1	5	133	4	4	4	13.42
Sistemas	Q3	4	28	2	4	2.83	5.83
Tecnología educativa	Q3	2	33	2	2	2	7.35
Afectar	Q3	2	14	1	2	1.41	3.61

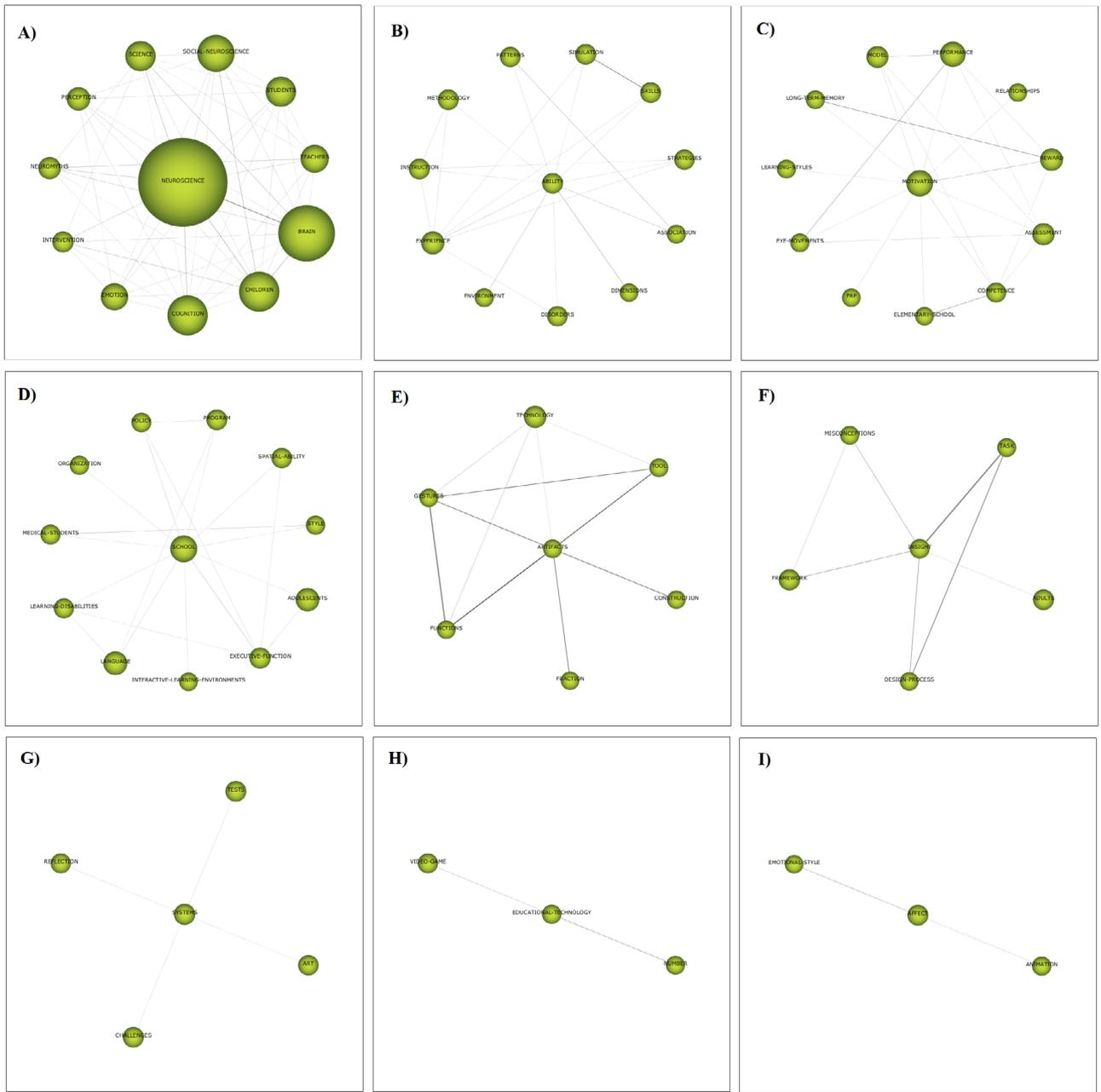


Figura 8. Clúster de términos del 2.º periodo (2013-2017). **Nota:** A) neurociencia, B) habilidad, C) motivación, D) colegio, E) artefactos, F) conocimiento, G) sistemas, H) tecnología educativa, I) afecto.

Tercer periodo estudiado

En el análisis del tercer periodo estudiado (2018-2012), que consta de 703 documentos, se puede observar un descenso de términos en el clúster de este, concretamente seis términos. Además, el término *neurociencia* se ubica en el cuadrante Q1 como único término motor de las investigaciones científicas y con 247 documentos que citan el término (representado en la **figura 9** y **tabla 5**). En el cuadrante Q2 aparecen como términos en desuso o menos populares en este periodo *discurso* y *estilos de aprendizaje*; además, en el cuadrante Q4 como temas transversales, multidisciplinarios o poco desarrollados: *escuela* y *actuación*. En la **figura 10** se muestra el clúster de los seis términos emergentes de este periodo. En relación con el término *neurociencia* en educación de la **figura 10a**, destacan con mayor fuerza los términos *ciencia*, *cerebro* y *cognición*. Otros términos del clúster son *neurociencia social*, *estudiantes*, *docentes*, *niños y niñas*, *cerebro*, *emoción*, *experiencia*, *conceptos erróneos* y *motivación*. Destaca en la **figura 10c** que en el clúster *colegio* aparecen temas vinculados como *neuromitos* o *funciones ejecutivas*. En la **figura 10e**, con una menor presencia en la literatura científica, el clúster *estilos de aprendizaje* se relaciona con *preferencias* y *estrategias*.

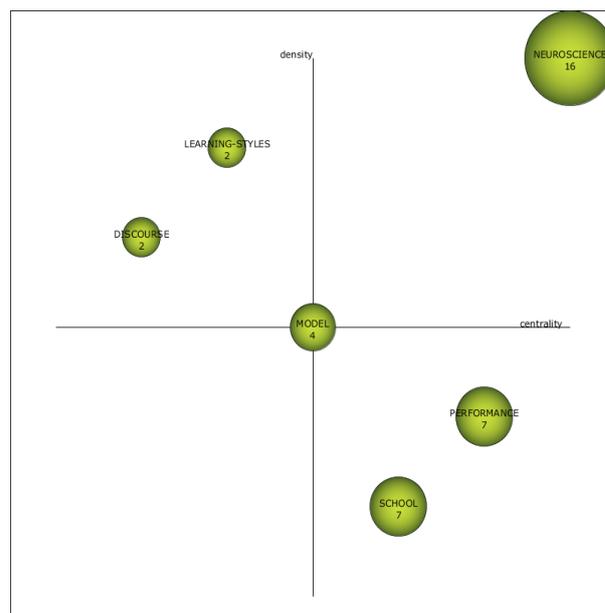


Figura 9. Diagrama estratégico del 3.º periodo (2018-2022).

Tabla 5. Información del clúster del 3.º periodo (2018-2022).

Palabras clave	Cuadrante	Documentos	Sum citations	h-index	g-index	hg-index	q ² -index
Neurociencia	Q1	247	1,302	16	26	20.4	21.17
Actuación	Q4	22	124	7	9	7.94	8.37
Colegio	Q4	16	350	7	13	9.54	15.65
Modelo	Q1	7	70	4	7	5.29	8.49
Estilo de aprendizaje	Q2	3	5	2	2	2	2
Discurso	Q2	4	14	2	2	2	3.74

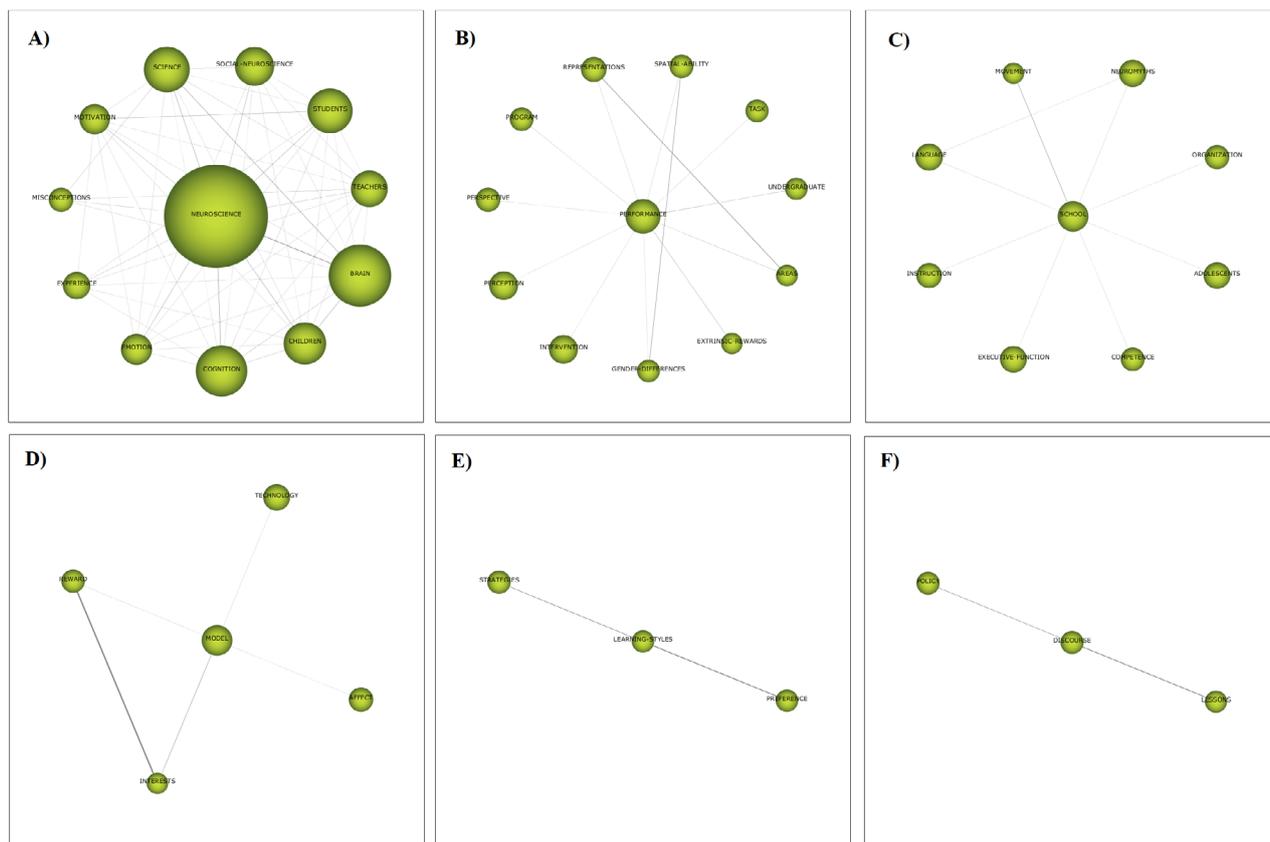


Figura 10. Clúster del 3.º periodo (2018-2022). **Nota:** A) neurociencia, B) activación, C) colegio, D) modelo, E), estilos de aprendizaje, F) discurso.

La **tabla 6** presenta una agrupación de los resultados de las **figuras 5, 7 y 9** en relación con el análisis de copalabras y términos destacados de los tres periodos y su ubicación en el diagrama estratégico. Los diferentes temas se sitúan en cada periodo junto con su valor de centralidad y densidad. De este modo, esta tabla permite observar los cambios que han tenido lugar en los diferentes periodos e investigaciones el término *neuroeducación*. El hecho de que el número de términos haya descendido en el último periodo con solamente tres nuevos términos y que solo se repita el término *neurociencia* en los tres periodos significa que las investigaciones han sufrido pocos cambios de orientación, pues tienen un desarrollo estable en las investigaciones educativas.

Resultados del tercer objetivo del estudio

Aunque el primer artículo en formato libro sobre neuroeducación aparece en la base de datos WoS en el año 1911 y está escrito por Allers Rudolf⁷⁶, pos-

teriormente han existido muchos artículos que vinculan la neurociencia con la educación, pero no es hasta el año 2000 cuando el término *neuroeducación* aparece escrito en un artículo científico⁷⁷, por este motivo en este estudio se ha seleccionado la producción científica desde el año 2000 hasta el año 2022 completo. En la **figura 11** se observa la evolución de la neuroeducación con muchos altibajos en este siglo XXI. En el año 2006 es cuando se produce un aumento considerable de 36 estudios de la neuroeducación, en relación con los 5 artículos del año 2005. Pero no es hasta el año 2011 cuando sufre un crecimiento considerable de investigaciones con 92 manuscritos; sin embargo, al año siguiente, en el 2012, sufre de nuevo un descenso. A partir de aquí hay un ascenso leve de documentos que llega hasta los 115 manuscritos en el año 2017. En el año 2018 se produce una cumbre de estudios de la neurociencia en el campo de la educación con 191 documentos, y de nuevo desde el año 2019 al 2022 vuelve a haber un

Tabla 6. Principales temas de investigación en los tres periodos.

Name	P1 (2000-2012)	P2 (2013-2017)	P3 (2018-2022)
Niños y niñas	Q1 (30.97/12.82)		
Actuación	Q4 (20.9/8.32)		Q4 (14.36/3.73)
Neurociencia	Q1 (28.11/11.57)	Q1 (36.4/10.05)	Q1 (32.78/10.66)
Experiencia	Q1 (15.89/12.33)		
Patrones	Q3 (6.6/3.99)		
Asociación	Q2 (6.22/20.95)		
Perspectiva	Q4 (12.88/2.38)		
Competencia	Q2 (8.07/8.33)		
Habilidad espacial	Q3 (7.14/4.76)		
Habilidad		Q1 (22.24/4.8)	
Motivación		Q1 (21.34/5.16)	
Escuela		Q4 (25.39/2.84)	Q4 (13.42/1.77)
Artefactos		Q2 (9.76/21.43)	
Conocimiento		Q1 (13.8/12.52)	
Sistemas		Q3 (11.47/1.24)	
Tecnología educativa		Q3 (8.47/4.17)	
Afecto		Q3 (2.47/3.12)	
Modelo			Q1 (5.58/7.24)
Estilo de aprendizaje			Q2 (2.4/8.67)
Discurso			Q2 (1.83/7.48)

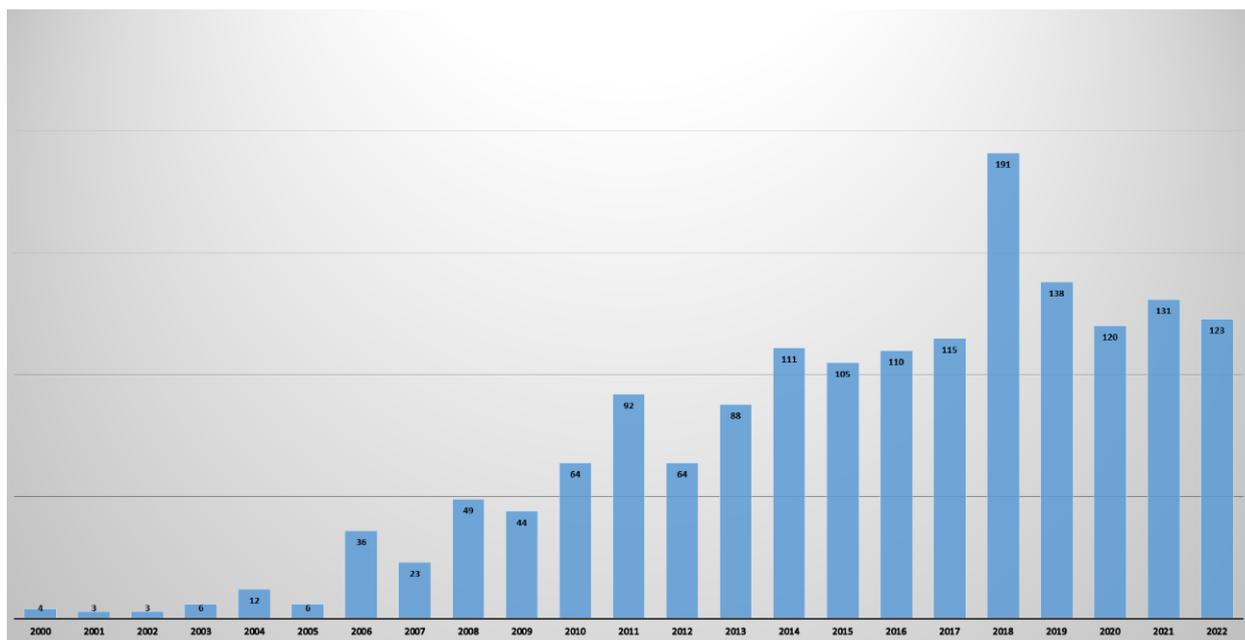


Figura 11. Evolución de la producción científica.

descenso leve de documentos, llegando a los 125 del año 2022. Por tanto, los resultados de este estudio indican un estudio irregular en su evolución, con un número similar de documentos desde el año 2014 al 2022, exceptuando el citado año 2018.

De los 1638 documentos extraídos en WoS, en la **tabla 7** se detallan los cinco más citados, donde se aprecia que existe poca diferencia entre los dos primeros. Destaca con 565 citaciones el artículo titulado "Personality psychology and economics" en el año 2011.

En relación con los autores más destacados, de un total de 4564 entradas, destaca con 10 artículos Ansari, D., seguido de Goswami, U., con 8 documentos (**tabla 8**).

Discusión

La educación es uno de los pilares para el avance de la sociedad y a lo largo de la historia ha sufrido cambios. Actualmente, la innovación educativa está modificando los métodos de enseñanza-aprendizaje, la motivación de los estudiantes debido a la irrupción de la tecnología y los dispositivos electrónicos conectados a internet y la forma de socializarnos, como señalan Pradas³⁹, Ferrer *et al.*⁴⁰ y Privitera y Du⁴¹. Sin embargo, las bases científicas en el campo educativo que ayuden a construir un país más competitivo en el contexto mundial deben servir de referencia a los docentes para aplicar prácticas didácticas educativas basadas y sustentadas con conocimientos científicos de neurociencia como posibles soluciones para generar cambios significativos en este entorno educativo como afirman Benavidez y Flores³⁶.

En relación con el primer objetivo del estudio, cabe identificar los términos y palabras clave más destacados en cuanto al término *neuroeducación* desde el año 2000 al 2022. Leisman⁷⁸ señala que se ha generado un debate entre quienes apoyan y quienes rechazan la integración de las neurociencias y los conocimientos de otras disciplinas relacionadas con la educación. Los resultados de este estudio con términos destacables como *cerebro* y *educación* en el ámbito científico vinculan la neurociencia como factor importante y que tiene un impacto en educación de acuerdo con Pallares²⁹. Por el contrario, deBruer⁷⁹ afirma que la integración de las ciencias del cerebro y la educación no es posible. Además, es imprescindible que todos los profesionales de la

Tabla 7. Documentos más citados.

Título	Autores	Año	Citaciones
Personality psychology and economics	Almlund, M. Duckworth, A. L. Heckman, J. Kautz, T.	2011	565
Medical education in the anatomical sciences: the winds of change continue to blow	Drake, R. L. McBride, J. M. Pawlina, W. Lachman, N.	2009	540
We feel, therefore we learn: the relevance of affective and social neuroscience to education	Immordino, M. H. Damasio, A.	2007	455
On the nature of emotion regulation	Campos, J. J. Frankel, C. B. Camras, L.	2004	365
Age and second language acquisition and processing: a selective overview	Birdsong, D.	2006	231

Tabla 8. Autores más destacados.

Autores	Documentos
Ansari, Daniel	10
Goswami, Usha	8
Immordino-Yang, Mary Helen	7
De Smedt, Bert	6
Howard-Jones, Paul	6

educación conozcan y comprendan cómo funciona el cerebro en términos de procesamiento de información, control de emociones y conductas tras los resultados de este estudio; también cómo reacciona ante ciertos estímulos, ya que esto es esencial para poder innovar y transformar los sistemas educativos como plantean Falquez y Ocampo⁶⁴.

En relación con los resultados del segundo objetivo del estudio, los términos *emociones* y *motivación* son dos elementos fundamentales en el ámbito de la educación, ya que ambos tienen un papel clave en el aprendizaje y el rendimiento académico de los

estudiantes en línea del estudio de Palma *et al.*⁴⁵, que consideran que los estudiantes que tienen altos niveles de motivación y emoción tienen más probabilidades de perseverar en el aprendizaje, participar activamente en clase, prestar atención y asimilar la información de manera más efectiva. Por tanto, el autor está de acuerdo con Leisman⁷⁸ respecto a que la educación debería contar con profesionales capacitados, cuyo papel sería guiar la introducción de la neurociencia cognitiva en la práctica educativa de una manera sensata y ética.

En esta línea, en los resultados de este estudio destaca del clúster del periodo 2 el término *neuromitos* y del periodo 3 el término *conceptos erróneos* relacionados con el campo de la educación. En línea del estudio de Falquez y Ocampo⁶⁴, estos fenómenos son especialmente preocupantes en los países en vías de desarrollo y es de vital importancia estudiarlos para diseñar nuevas y mejores estrategias que ayuden a disminuirlos. Tras analizar los neuromitos, debe plantearse un imperativo ético para que los investigadores tengan cuidado al presentar los resultados de la investigación de los estudios de imágenes cerebrales al público en general de acuerdo con Pitt⁶⁹.

En el periodo correspondiente del 2013 al 2017 de este estudio se asocia la neurociencia a la tecnología educativa. En este sentido, como afirman Privitera y Du⁴¹, es necesario prestar especial atención a las necesidades de formación de los educadores en servicio, cuyo apoyo será fundamental para la adopción exitosa de la neurotecnología educativa. Los estilos de enseñanza como aparecen en el tercer periodo están cambiando y pocas novedades se introducen en las investigaciones de este campo sobre el uso del apoyo de tecnologías relacionados con la motivación como expresa Ferrer *et al.*⁴⁰ al considerar que la gamificación como práctica educativa puede fortalecer el autoconocimiento y el autoconcepto de los estudiantes, también desarrollar habilidades para el mundo laboral, promoviendo ambientes de aprendizajes significativos que enriquecen las capacidades cerebrales de los estudiantes.

En relación con el tercer objetivo del estudio: analizar la evolución de los manuscritos relacionados con la neuroeducación y los documentos y autores de mayor relevancia, el interés en el ámbito científico ha sido irregular hasta el año 2012. A partir de este momento, se ha mantenido creciendo levemente, ex-

cepto, en el año 2018 cuando hubo un alto nivel de artículos. Por consiguiente, a la vista de los resultados es difícil considerar que la pandemia provocada por la covid-19 haya causado un impacto negativo ni positivo en el rendimiento de estudios sobre neuroeducación, porque los niveles son parecidos a años anteriores con algunos altibajos. En esta línea, el autor está de acuerdo con Espino⁴², el cual afirma que, tras la pandemia, el uso de las TIC en el ámbito educativo ha crecido para numerosas gestiones pedagógicas y administrativas; por tanto, es fundamental apoyarse en la disciplina de la neuroeducación a través del manejo de las TIC y las emociones, al mismo tiempo que optimizar el rendimiento académico de los estudiantes y el trabajo de los profesionales docentes. En línea de la investigación de Doukakis³⁸, la baja interacción entre estudiantes y educadores, las dificultades técnicas y la falta de un marco de aprendizaje estructurado tienen un impacto en la efectividad de la educación en línea, según los principios de la neurociencia educativa.

Por último, dentro del tercer objetivo, los autores con más documentos publicados sobre neurociencia en educación no se encuentran entre lo más citados, siendo todos anteriores al periodo de pandemia.

Conclusiones

Es importante sensibilizar a investigadores y docentes sobre la importancia de introducir la neuroeducación en el entorno educativo. En respuesta al objetivo principal y como conclusión final del estudio, la neurociencia en el campo educativo ha sufrido en el campo científico pocos cambios en cuanto a temas y palabras clave estudiados en los últimos años. En relación con los clústeres de neurociencia en el ámbito educativo, desde el año 2013 los investigadores ponen el foco en estudios que tienen relación con el cerebro, la tecnología, la cognición, los estilos de enseñanza y los niños y niñas. Las emociones aparecen como término estudiado en toda la evolución científica, en línea con las palabras de Mora¹⁹, el cual señala que la emoción y la curiosidad son una ventana a la atención y activan los mecanismos que conducen al aprendizaje y la memoria.

También es destacable en este estudio el término *neuromito* o *errores conceptuales*, como el periodo crítico de 0 a 3 años para decidir el éxito o fracaso en la vida de un niño o la diferencia de rendimiento

académico según el género. Estos aparecen desde el año 2013 como palabras clave y es importante ser estudiados para desmitificar y promover la comprensión precisa y basada en la evidencia del cerebro y su función en el aprendizaje y el comportamiento; de esta manera, los profesionales educativos pueden poseer una base sólida en las escuelas. Por último, la producción científica se ha mantenido regular desde el 2014 hasta el año 2022, con una producción de manuscritos entre 105 (año 2105) y 138 (año 2019), excepto en el año 2018 con 191 artículos.

Por consiguiente, conocer la evolución científica que tienen los mecanismos cerebrales en la educación repercute en el aprendizaje y la memoria, junto con los factores que influyen en ellos, como la edad, el entorno, las emociones, las TIC o la motivación. Además, estos mecanismos pueden transformar las estrategias educativas al contribuir al desarrollo de programas que optimicen el aprendizaje. A raíz de esta investigación, las políticas educativas pueden

considerar incluir la neurociencia en la formación de docentes, porque se traduce en enseñarles un enfoque multidisciplinario de esta ciencia en los estilos de enseñanza-aprendizaje. No obstante, ello representa un desafío.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

Como limitación de este estudio y mejora para futuros artículos relacionados con revisiones sistemáticas o análisis bibliométricos en este campo de la neurociencia en educación, sería conveniente incluir otras bases de datos como Scopus o Scielo, entre otras. Además, otra mejora en futuras investigaciones sería estudiar estrategias, estilos de enseñanza-aprendizaje y herramientas digitales a disposición de los educadores y su impacto en las emociones en los estudiantes, con el objetivo de conseguir un proceso de educativo más eficaz; así como crear planes de acción y metodologías que aborden las barreras y trastornos que impactan en los estudiantes para estimular el desarrollo cerebral desde la escuela. En este sentido, dichos estudios pueden apoyar o desmitificar algunas teorías relacionadas con los neuromitos.

Referencias

- Betancur LFR. Advances in scientific publications in neurosciences in the last 25 years in the world. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. 2023; 34.
- Pérez CP. Trastornos de la migración neuronal como visión estratégica científica en la neurociencia. *Revista Académica Sociedad del Conocimiento Cunzac*. 2022; 2(2), 267-274.
- Goleman D, Davidson R. Los beneficios de la meditación: la ciencia demuestra cómo la meditación cambia la mente, el cerebro y el cuerpo. Editorial Kairós. 2023.
- Lländleral ITC, Hernández MAP. El increíble cerebro adolescente y la educación. *Revista de la Innovación a la Práctica*. 2023; 1(2), 6-12.
- Baldeón IM. La neurociencia y el neuromarketing en la contratación pública: superando el "neocórtex" y pasando al cerebro límbico. *Revista de la Escuela Jacobea de Posgrado*. 2022; 22, 39-50.
- Castro FD. Historia de la Neurociencia: desde la Antigüedad hasta Cajal y la Escuela Neurológica Española. 2019.
- Vergara M. Las neurociencias y la educación. *Acervo digital Educativo*. 2020.
- Echeverría VA. ¿Qué aportaría la Neuroeducación en la formación docente? *REDI*. 2022.
- Wannyn W. The Marketing of Neuromarketing: Academic Issues in a Controversial Research Area. *Social Science Information*. 2017; 56(4).
- Schmaltz F, Stahnisch FW, Topp S. On the history of neuroscience research in the Max Planck Society, 1948-2002-German, European, and transatlantic perspectives: Introduction. *Journal of the History of the Neurosciences*. 2023; 32, 71-80.
- Nicolau N, Shane S. Biology, Neuroscience, and Entrepreneurship. *Journal of Management Inquiry*. 2013; 23(1).
- Miller GA, Keller J. Psychology and Neuroscience: Making Peace. *Current Directions in Psychological Science*. 2000; 9(6).
- Dai J, Scherf KS. The Privileged Status of Peer Faces: Subordinate-level Neural Representations of Faces in Emerging Adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2023; 35(4), 715-735.
- Eubanks JE, Carlesso C, Sundaram M, Bejarano G, Smeets R, Skolasky R, Vanushkina M, Turner R, Schneider, MJ. Prehabilitation for spine surgery: A scoping review. *Physical medicine & Rehabilitation PM & R*. 2023.
- Danan Y, Ashkenazi S. The influence of sex on the relations among spatial ability, math anxiety and math performance. *Trends in Neuroscience and Education*. 2022; 29.
- Chang TT, Chen NF, Fan, YT. Uncovering sex/gender differences of arithmetic in the human brain: Insights from fMRI studies. *Brain and behaviour*. 2022.
- Zelevnikow A, Aizawa Y, Yamada M, Tsuchiya N. Are Color Experiences the Same across the Visual Field? *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2023; 35(4), 509-542.
- Pei J, Deng L, Ma C, et al. Multi-grained system integration for hybrid-paradigm brain-inspired computing. *Sci. China Inf. Sci*. 2023; 66, 142403.
- Mora F. Neuroeducación y lectura. Editorial Alianza. 2020.
- Chen A, Phillips KA, Schaefer JE, Sonner PM. Communi-

- ty-Derived Core Concepts for Neuroscience Higher Education. *CBE-Life Sciences Education*. 2023; 22(2).
21. Schaefer JE, Chen A, Phillips KA, Sonner PM. Federation of American Societies for 36, (s1) Neuroscience Core Concepts: Implementation in Varied Courses at Varied Institution Types. *Federation of American Societies for Experimental Biology*. 2022; 36(s1).
 22. Trasmundi SB, Toro J. Mind wandering in reading: An embodied approach. *Front. Hum. Neurosci*. 2023; 17:1061437.
 23. Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia. *Visión y cambio en la educación de pregrado en biología*. 2010.
 24. National Research Council (NRC). *El papel de la teoría en el avance de la biología del siglo XXI: catalizar la investigación transformadora*. Washington, DC: Prensa de las Academias Nacionales. 2008.
 25. Varma S, McCandliss BD, Schwartz DL. Scientific and Pragmatic Challenges for Bridging Education and Neuroscience. *Educational Researcher*. 2016; 37(3).
 26. Tsai YH, Wu SK, Yu SS, Tsai MH. A Novel Hybrid Deep Neural Network for Predicting Athlete Performance Using Dynamic Brain Waves. *Mathematics*. 2023; 11, 903.
 27. Théodoridou ZD, Triarhou LC. Fin-de-Siècle Advances in Neuroeducation: Henry Herbert Donaldson and Reuben Post Halleck. *Mind, Brain and Education*. 2009; 3(2), 119-129.
 28. Jauset JA, Martínez I, Añaños E. Music learning and education: contributions from neuroscience. *Aprendizaje musical y educación: aportaciones desde la neurociencia, Culture and Education*. 2017; 29(4), 833-847.
 29. Pallares D. La reflexión crítica sobre los neuromitos en la educación. *Teoría de la educación. Revista interuniversitaria*. 2021; 33(2).
 30. Marín JA, Moreno AJ, Dúo P, López J. STEAM en educación: un análisis bibliométrico de rendimiento y co-palabras en Web of Science. *IJ STEM*. 2021; 8(41).
 31. Zhang J. Teaching Strategy of Programming Course Guided by Neuroeducation, 14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), Toronto, ON, Canada. 2019; 406-409.
 32. Rusu AS, Luzzatto E. Teacher Self-Efficacy, Attitudes toward change and neuroeducation perception: Tool package development. 2019. In Chis V, Albulescu I. (Eds.), *Education, Reflection, Development-ERD*. 2018; 63, 113-122. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Future Academy*.
 33. Lolumo A. The Cristal ball. An approach to neuroeducation in the Primary Education stage. *Journalofeducation*. 2022; 3(1).
 34. Coral CB, Martínez SL, Maya NE, Marroquín HM. La neuroeducación y aprendizaje significativo. Estudio experimental en tres instituciones del nivel de básica primaria. *Revista UNIMAR*. 2021; 39(2), 50-83.
 35. Meneses N. Neuroeducación. Sólo se puede aprender aquello que se ama, de Francisco Mora Teruel. *Perfiles educativos*. 2019; 41(165), 210-216.
 36. Benavidez VV, Flores PR. La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Wimb Lu*. 2019; 14(1), 25-53.
 37. Trombini AL, Marques P, Billig P. Physiology faculty and student contributions to schoolteacher training in neuroscience: innovations during the COVID-19 pandemic. *Adv Physiol Educ*. 2022; 46, 606-614.
 38. Doukakis S, Niari M, Malliou E, Vlachou S, Filippakopoulou E. Teaching Informatics to Adults of Vocational Schools during the Pandemic: Students' Views and the Role of Neuroeducation. *Information*. 2022; 13, 274.
 39. Pradas S. La neurotecnología educativa. Claves del uso de la tecnología en el proceso de aprendizaje. *ReiDoCrea*. 2016; 6, 40-47.
 40. Ferrer SC, Fernández M, Polanco ND, Montero ME, CaridadEE. La gamificación como herramienta en el trabajo docente del orientador: innovación en asesoramiento vocacional desde la neurodidáctica. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2018; 78(1), 165-182.
 41. Privitera AJ, Du H. Educational neurotechnology: Where do we go from here? *Trends in neuroscience and education*. 2022; 29, 100195.
 42. Espino-Díaz L, Fernández-Caminero G, Hernández-Lloret CM, González-González H, Álvarez-Castillo JL. Analyzing the Impact of COVID-19 on Education Professionals. *Toward a Paradigm Shift: ICT and Neuroeducation as a Binomial of Action. Sustainability*. 2020; 12, 5646.
 43. Carmeli C, Bonifazi P, Robinson HPC, Small M. Quantifying network properties in multi-electrode recordings: spatio-temporal characterization and inter-trial variation of evoked gamma oscillations in mouse somatosensory cortex in vitro. *Front. Comput. Neurosci*. 2013; 7:134.
 44. Figueroa C, Farnum F. La neuroeducación como aporte a las dificultades del aprendizaje en la población infantil. Una mirada desde la psicopedagogía en Colombia. *Revista Universidad y Sociedad*. 2020; 12(5), 17-26.
 45. Palma SJ, Monroy LE, Castillo JR, Guillén DR, Balán II. Efecto de la Neuroeducación en tiempos de Pandemia. *Revista Académica CUNZAC*. 2021; 4(1), 59-64.
 46. Fuentes TK ¿Qué nos brinda la neuroeducación para un mejor proceso enseñanza- aprendizaje? *Educación*. 2018; 24(2), 205-209.
 47. Ferrer K, Molero L, Leal A, Añez O, Araque M, Ávila A. Influencia de la Neuroeducación en el rendimiento académico de estudiantes universitarios del área Química. *Educere*. 2020; 24(78), 223-236.
 48. Leisman G. Sobre la aplicación de la neurociencia cognitiva del desarrollo en entornos educativos. *Ciencia del cerebro*. 2022; 12, 1501.
 49. Domínguez, M. Neuroeducación: elemento para potenciar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI. *Educación y ciencia*. 2019; 8(52), 66-76.
 50. Monatvez M, González I, Up A. Impact of Body Expression on the executive functions of the brain. *Challenges: new trends in physical education, sports and recreation*. 2022; 45, 462-470.
 51. Béjar M. Neuroeducación. *Padres y maestros*. 2014; 355, 49-53.
 52. Giménez JA, Ranz DRA. Principios educativos y neuroeducación: Una fundamentación desde la ciencia. *Edetania. Estudios y Propuestas Socioeducativos*. 2019; 55, 155-180.

53. Fabregat R, Terradellas MR, Tesouro M, Piuggalí J, Jové T. Motivation of students with high abilities through co-creation activities in an educational enrichment project, ICE-RI2018 Proceedings. Sevilla, Spain. 12-14 november 2018; 6086.
54. Escobar D. Ambiente de aprendizaje desde la neuroeducación para el desarrollo de habilidades de comprensión lectora. Universidad del Bosque. 2020.
55. Lázaro JCF, Solís FO. Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*. 2008; 8(1), 47-58.
56. Fuster JM. *The Prefrontal Cortex*, 4ª ed.; Academic Press: Nueva York, EE.UU. 2014.
57. Rueda C. Neuroeducation: Teaching with the brain JONED. *Journal of Neuroeducation*. 2020; 1(1), 108-113.
58. Huttenlocher PR, Dabholkar AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *J Comp Neurol*. 1997; 387(2), 167-178.
59. Funahashi S. Memoria de trabajo en la corteza prefrontal. *Brain sciences*. 2017; 7(12), 49.
60. Codina MJ. Neuroeducación en virtudes cordiales: cómo reconciliar lo que decimos con lo que hacemos. *Octaedro*. 2015; 169.
61. Ferreira RA, Rodríguez C. Efecto de un curso de ciencia del aprendizaje sobre las creencias en neuromitos y la alfabetización en neurociencia. *Ciencia del cerebro*. 2022; 12, 811.
62. Blakemore SJ, Frith U. *El cerebro que aprende: lecciones para la educación*, 1ª ed.; Wiley-Blackwell: Malden, MA, EE.UU. 2005.
63. Montecinos G, Figueroa, Barría Chávez M. Prevalencia de neuromitos en estudiantes de primer y quinto año de pedagogías en enseñanza media en matemática y lenguaje y comunicación de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Doctoral dissertation, Universidad Católica de la Santísima Concepción). 2023.
64. Falquez JF, Ocampo JC. Del conocimiento científico al malentendido. Prevalencia de neuromitos en estudiantes ecuatorianos. *Revista Iberoamericana De Educación*. 2018; 78(1), 87-106.
65. Aguilar SG. La neuroeducación y el aprendizaje. *Polo del Conocimiento*. 2020; 5(9), 557-578.
66. Vargas RA. Neurociencias y educación: brechas, desafíos y perspectivas. *Papeles*. 2018; 10(20), 39-52.
67. Campos AN. Neuroeducation: uniting neurosciences and education in the search for human development. *Repositorio institucional UPN*. 2010; 143.
68. Vizoso C. Formación del profesorado en neuroeducación para promover la coeducación. *iQual. Revista de Género e Igualdad*. 2023; 6, 1-17.
69. Pitt J. Communicating through musical play: combining speech and language therapy practices with those of early childhood music education—the SALTMusic approach. *Musical Education Research*. 2020; 22:1, 68-86.
70. Fernández AI, Jiménez MG, Moreno AJ, Dúo P. Cyberaggression and cybervictimisation in school youth - the influence of age and sex. *WIT Trans. on Infor. and Communic Technologies*. 2023; 21, (1) 18-25.
71. Zhu J, Liu W. Una historia de dos bases de datos: el uso de Web of Science y Scopus en artículos académicos. *Cienciometría*. 2020; 123, 321-335.
72. Soler R, Moreno AJ, López J, Marín JA. Co-word analysis and academic performance of the term TPACK in Web of Science. *Sustainability*. 2021; 13(3), 1-20.
73. Sánchez S, Pedraza I, Donoso M. How to carry out a systematic review following the PRISMA protocol? *Bordón, Revista de Pedagogía*. 2020; 74(3), 51-66.
74. Montero J, Cobo M J, Gutiérrez M, Segado F, Herrera E. Scientific mapping of the Category «Communication» in WoS (1980-2013). *Comunicar*. 2018; 26(55), 81-91.
75. Callon M, Courtial JP, Laville F. Coword analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry. *Scientometrics*. 1991; 22, 155-205.
76. Rudolf A. Freud's neuroeducation - Summarized below according to its current Status, vol. 4, *Zeitschrift fur psychologie und physiologie der sinnesorgane*. 1911; 59, 298-298.
77. Yang GL, Guo HH, Huang S, Padmanabhan R, Nowinski WL. NeuroBasea brain atlas-based, multiplatform, multi-dataset-processing neuroimaging system, *Medical Imaging*. 2000; 77 - 88.
78. Leisman G. Neuroscience in Education: A Bridge Too Far or One That Has Yet to Be Built: Introduction to the "Brain Goes to School". *Brain Sci*. 2023; 13, 40.
79. Bruer, JT. La educación y el cerebro: Un puente demasiado lejos. *Educ. Res*. 1997; 26, 4-16.