



Original

Los efectos de un programa de formación docente en neuroeducación en la mejora de las competencias lectoras, matemática, socioemocionales y morales de estudiantes de secundaria. Un estudio cuasi-experimental de dos años

María Caballero-Cobos y Vicente J. Llorent*

Universidad de Córdoba



INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 2 de enero de 2022

Aceptado el 6 de abril de 2022

On-line el 30 de junio de 2022

Palabras clave:

Neuroeducación

Formación de profesores

Competencias lectora, matemática,

socioemocionales y morales

Empatía

Educación secundaria

RESUMEN

La formación docente está directamente relacionada con la calidad del proceso educativo. En los últimos años los aportes de la neuroeducación han comenzado a valorarse como un elemento importante para mejorar las competencias del profesorado. El presente estudio tiene como objetivo medir la efectividad de un programa de formación docente en neuroeducación a través de la mejora de tres competencias clave, lectora, matemática, y socioemocionales y morales en estudiantes de secundaria. Este estudio cuasiexperimental se ha llevado a cabo durante dos años, en los que ha habido dos grupos experimentales y uno control, con 209 participantes de los tres colegios de la misma localidad de España (53.2% chicas y 46.8% chicos). Los estudiantes en el pretest son de todas las clases de 1° de Educación Secundaria ($M = 12.18$ años, $DT = .45$). Tras realizar un ANOVA de medidas repetidas, los resultados muestran un efecto significativo de la intervención sobre la competencia lectora, la competencia matemática y la empatía (área socioemocional) entre los grupos experimental y control. Estos hallazgos invitan a pensar sobre el potencial de la neuroeducación en las escuelas, con claras implicaciones en las políticas educativas, la formación docente y la práctica escolar.

© 2022 Universidad de País Vasco. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Teacher training on neuroeducation for improving reading, mathematical, social, emotional and moral competencies of secondary school students. A two-year quasi-experimental study

ABSTRACT

Teacher training is directly related to the quality of the educational process. In recent years, the contributions of neuroeducation have begun to be valued as an important element to improve teachers' skills. The current study has the objective of measuring the effectiveness of a teacher training program in neuroeducation through the improvement of three key competencies, reading, mathematical, social, emotional and moral competencies in secondary school students. This quasi-experimental study was carried out over two years, in which there have been two experimental and one control group, with 209 participants from all three schools in the same town of Spain (53.2% girls and 46.8% boys). The subjects are from all the classes of 1st grade of Secondary Education in the pre-test ($M = 12.18$ years old, $SD = .45$). After carrying out a repeated-measures ANOVA, the results show a significant effect of the intervention on reading competence, mathematical competence and empathy (social and emotional area) between the experimental groups and the control one. These findings invite us to think about the potential of neuroeducation in schools and have implications for educational policies, teacher training and school practice.

© 2022 Universidad de País Vasco. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Neuroeducation

Teacher training

Reading

Mathematics

Social

Emotional and moral competencies

Empathy

Secondary education.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: vjllorent@uco.es (V.J. Llorent).

Introducción

La necesidad de incorporar los avances de la investigación del cerebro en la educación se inicia en la década de 1960 por Gaddes (1968), cuando se abordan los problemas de aprendizaje desde una perspectiva neuropsicológica. Desde entonces numerosos autores (Tokuhamas-Espinosa y Nouri, 2020; Shonkoff, 2017; Dehaene, 2020) han señalado la importancia de conocer el funcionamiento del cerebro como punto de partida para mejorar el aprendizaje. La neurociencia educativa o neuroeducación es un nuevo campo emergente que combina investigación en neurociencia, psicología y educación para adaptar los hallazgos sobre los mecanismos neuronales a la práctica educativa (Thomas et al., 2019), con el objetivo de mejorar todos los procesos involucrados de enseñanza-aprendizaje (Martínez-González et al., 2018). Explicar y comprender los procesos cerebrales supone una visión completa del aprendizaje, lo que podría optimizar las innovaciones pedagógicas para adecuar la enseñanza de manera más eficaz a las características de los individuos y sus necesidades específicas (Fischer et al., 2010). La neurociencia ayuda a entender el cerebro como un circuito interconectado que funciona en red. Por lo tanto, es crucial considerar todos los procesos involucrados simultáneamente, desde los aspectos físicos, instintivos, socioemocionales, hasta los procesos cognitivos (Thomas et al., 2019). Incluir su investigación en el aprendizaje implica asumir la doble perspectiva, tanto del docente como del alumno. En este sentido, los aportes de la neurociencia pueden reforzar la formación de los docentes, brindándoles conocimientos sobre el cerebro que, en última instancia, ayuden a diseñar contextos de aprendizaje más adecuados para los estudiantes (Dweck, 2015).

En cuanto a los estudiantes, uno de sus objetivos es crear mecanismos que les permitan adaptar su comportamiento con éxito a las exigencias de su entorno social y cultural (Frith et al., 2011). La finalidad de la educación es el desarrollo integral del individuo, y uno de los retos más importantes de la comunidad escolar es mejorar el desempeño de las competencias clave, en especial tres que resultan básicas, la lectoescritura, la matemática y las competencias socioemocionales y morales. Estas tres competencias clave se consideran esenciales para el desarrollo del resto (UNESCO, 2015).

Como parte de la competencia en comunicación lingüística, la competencia lectora es uno de los pilares de la educación, ya que facilita la comprensión de la realidad, la construcción del conocimiento y la autorregulación (Gnaedinger et al., 2016). Se puede definir como la capacidad de las personas para usar textos de forma que puedan lograr sus objetivos de una manera útil en la sociedad que los rodea. Está directamente relacionada con el individuo, sus capacidades intelectuales, sociales y emocionales (OECD, 2003).

La competencia matemática también se considera uno de los pilares clave de la educación, ya que las ideas y conceptos matemáticos son herramientas para actuar sobre la realidad. La OECD (2003) la define como la capacidad de identificar y comprender el papel de las matemáticas en el mundo. Esta competencia incluye aspectos relacionados con la capacidad organizativa y la manipulación de la información para resolver problemas razonando adecuadamente.

Las competencias socioemocionales y morales abarcan la capacidad de manejar las propias emociones, las interacciones interpersonales y los comportamientos socialmente aceptados, de manera que puedan beneficiar simultáneamente a uno mismo y a los demás, en la escuela, en el lugar de trabajo y en todos los demás contextos (Álamo et al., 2020; Zych et al., 2018). También juegan un papel importante en el aprendizaje, ya que suelen estar relacionados con la autoconciencia de los estudiantes sobre sus procesos de aprendizaje, y se refleja en la disposición a asumir y persistir en tareas desafiantes (Dweck, 2015). Debido a la importancia de estas tres competencias en el aprendizaje, el impacto de una intervención

basada en la neuroeducación debe percibirse en el desarrollo de todas ellas.

Neuroeducación aplicada en el aula para desarrollar las competencias de los alumnos

Parece haber acuerdo sobre la importancia de incluir el conocimiento del cerebro en la educación (Dehaene, 2020; Tokuhamas-Espinosa y Nouri, 2020). Sin embargo, su transferencia a este campo aún no está resuelto, ya que implica asumir la naturaleza multifactorial del aprendizaje en cualquier intento de integrarlo en escenarios reales (Jolles y Jolles, 2021).

Es importante enfatizar que la investigación neurocientífica no proporciona reglas exactas que puedan indicar a los docentes qué hacer en cada situación. Más bien, el conocimiento de la fisiología y funcionamiento del cerebro ayuda al docente a estar mejor preparado para abordar la diversidad en el aula, facilitando la atención en la educación inclusiva (Jolles y Jolles, 2021). Por tanto, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la neuroeducación es considerar simultáneamente los diferentes aspectos del funcionamiento y comportamiento de los niños, ya que tal como señala Kandel (2019), cerebro y mente son inseparables, y cualquier problema puede modificar todos los procesos cerebrales: desde la percepción, la atención, la memoria, la emoción y, entre otros, la conciencia.

En este contexto, surge la necesidad de determinar qué deben saber los docentes sobre neurociencia, y especialmente cómo usarla, manteniendo sus propios objetivos educativos y, al mismo tiempo, comprobando en qué medida esto puede afectar a los resultados de los estudiantes (Dehaene, 2020).

En cuanto a lo que los docentes deben saber sobre mente, cerebro y educación, Tokuhamas-Espinosa y Nouri (2020) evalúan la investigación previa realizada por el Panel Delphi Internacional, confirmando seis principios básicos universales, iguales para todo ser humano y que todo docente debe conocer: todos los cerebros humanos están hechos de combinaciones únicas de genética y experiencias de vida; el cerebro de cada individuo está preparado de manera diferente para aprender; la experiencia previa influye en los nuevos aprendizajes; hay cambios constantes en el cerebro debido a la experiencia; la neuroplasticidad ocurre toda la vida, aunque hay diferencias según la edad; los sistemas de memoria y atención son esenciales para el aprendizaje.

Asumiendo la relevancia de la formación docente en este campo, los preceptos de la neuroeducación ya se han utilizado en diferentes formatos. El impacto positivo en los docentes de un único taller de 15 horas sobre neurociencia básica se ha ratificado en diferentes estudios (McMahon et al., 2019; Howard-Jones et al., 2020). Por su parte, Thul (2019) analiza la influencia de un curso de neuroeducación docente de un semestre de duración que altera las percepciones de los asistentes sobre el aprendizaje con resultados positivos. Arwood y Merideth (2017) también brindan evidencias de las ganancias potenciales de incorporar la instrucción basada en el cerebro, cambiando el enfoque de la pedagogía dirigida por el maestro a un marco que ve el aprendizaje desde la perspectiva del niño. Algunos otros investigadores aportan evidencias de mejoras específicas en los estudiantes, como Green-Mitchell (2016), quien utiliza un modelo de neuroeducación para estudiar la conexión entre la adquisición funcional del lenguaje de 10 estudiantes de escuelas alternativas y su desarrollo prosocial y moral. En el enfoque combinado llevado a cabo por Anderson et al. (2018), se observa el cambio en las creencias y comportamientos de los maestros y simultáneamente la mejora en el rendimiento en matemáticas de estudiantes de 5º curso. Si bien estos son estudios inspiradores, la mayoría de ellos carecen de la descripción simultánea del programa de profesores y la evaluación de los resultados de los estudiantes. En

este sentido, una reciente revisión panorámica sobre neurociencia aplicada a la formación docente ha encontrado solo diez artículos que incluyen una descripción detallada del curso de neurociencia que permite una evaluación integral de la investigación (Privitera, 2021). Solo uno de ellos se ha realizado en educación secundaria a través de observaciones en el aula.

Considerando los puntos anteriores, la principal necesidad que justifica este estudio es la escasez de estudios cuasiexperimentales que midan la implementación de una formación global basada en la neurociencia en un contexto real de aprendizaje a través del cambio en las competencias básicas de los estudiantes. De ahí que el objetivo general de este artículo es estudiar el impacto en las competencias lectora, matemática, socioemocionales y morales del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria, derivado de la aplicación de un programa de formación del profesorado basado en la neuroeducación; y comparar con otros grupos que no hayan recibido la citada formación. Los objetivos específicos son: (1) Estudiar el impacto de un programa global de formación del profesorado en neuroeducación sobre las tres competencias mencionadas anteriormente del alumnado en un contexto real de aprendizaje en educación secundaria; y (2) Comparar el impacto en las competencias mencionadas anteriormente entre los grupos de alumnos cuyo profesorado ha recibido la intervención, grupos experimentales, y otros sin intervención, grupos control.

Las hipótesis planteadas en este estudio son: (1) Las competencias lectora, matemática, sociales, emocionales y morales se desarrollan tras implementar un programa global de formación de los docentes en neuroeducación; y (2) Estas competencias están más desarrolladas en los grupos experimentales que en los grupos de control.

Método

Participantes

Los participantes se han seleccionado por conveniencia y la muestra está integrada por 209 estudiantes (53.2% chicas y 46.8% chicos) de los tres colegios públicos de secundaria de la misma ciudad de España con dos aulas o grupos-clase por centro, sumando un total de seis grupos-clase. Se encuentran en una zona rural cuya economía depende principalmente de la agricultura, con una pequeña población inmigrante, que apenas llega al 2%. Los participantes son de todas las clases de 1º curso en el pretest ($M = 12,18$ años, $DT = .45$) y 2º en el posttest (1º y 2º de Educación Secundaria Obligatoria en el sistema escolar español). Las escuelas, con el mismo contexto socioeconómico, se dividen en tres grupos según la intervención: experimental 1 ($n = 72$, 51,4% chicas y 43,1% chicos), experimental 2 ($n = 58$, 48,2% chicas y 51,8% chicos) y control ($n = 79$, 55,7% chicas y 44,3% chicos). La muestra es diferente para cada una de las variables analizadas, ya que se han excluido aquellos casos que no han realizado el pre o post-test en alguna de las competencias medidas (29,76% de media en cada escala, por ausencias específicas y principalmente por los estudiantes que repiten curso en ambos años).

Instrumentos

Los datos se recogen a través de dos instrumentos: un examen con dos pruebas (competencia lectora y matemática) y un cuestionario sobre competencias socioemocionales y morales. El examen está compuesto por dos pruebas de libre acceso de PISA (Program for International Student Assessment) (OECD, 2016): una sobre comprensión lectora y otra sobre competencia matemática. Las pruebas son respectivamente *Lake Chad* y *Chat*. Cada prueba consta de un texto y/o imagen común, seguido de cinco preguntas

en el caso de comprensión lectora y dos preguntas en competencia matemática. Estas pruebas evalúan el desarrollo de las competencias de los alumnos a través de su capacidad para extrapolar lo aprendido en la escuela a situaciones de la vida real, evaluando los conocimientos de los alumnos para resolver las tareas diarias. El rendimiento de los alumnos se estima a través de las tareas superadas con éxito.

El cuestionario se compone de una primera parte que recoge información sobre los datos básicos del alumno (edad, sexo y colegio), y una segunda parte centrada en las competencias socioemocionales y morales, formada por tres escalas: *Cuestionario de Competencias Socioemocionales* (Zych et al., 2018, versión española) consta de 16 ítems con buena fiabilidad interna en la presente investigación (pretest: $\alpha = .78$, $\Omega = .79$, AVE = .34, CR = .89; posttest: $\alpha = .78$, $\Omega = .73$, AVE = .39, CR = .91). La *Escala Básica de Empatía* (Jolliffe y Farrington, 2006); validada en español por Villadangos et al. (2016), entendida como parte de la dimensión socioemocional (Llorent et al., 2020), está compuesta por 20 ítems, con una fiabilidad adecuada (pretest: $\alpha = .64$, $\Omega = .75$, AVE = .26, CR = .87; posttest: $\alpha = .75$, $\Omega = .82$, AVE = .32, CR = .90). La *Escala de Emociones Morales* (Álamo et al., 2020; Zych et al., 2019) está compuesta por 5 ítems y tiene una fiabilidad adecuada (pretest $\alpha = .79$, $\Omega = .83$, AVE = .52, CR = .81; posttest: $\alpha = .77$, $\Omega = .75$, AVE = .51, CR = .84). Todas las escalas tienen respuestas tipo Likert de 5 puntos que van desde 1 = muy en desacuerdo hasta 5 = muy de acuerdo.

Diseño y procedimiento

Se trata de un estudio cuasiexperimental con pre-post-tests y grupos control y experimental. Los investigadores han seleccionado tres escuelas interesadas en participar en la investigación, contando con las autorizaciones necesarias de los tres centros. El cuestionario pre-test (Tiempo 1) se ha pasado a todos los participantes de la investigación al inicio del curso académico 2017/2018, y el post-test al final del curso 2018/2019 (Tiempo 2). La intervención se realiza por los profesores implicados en el grupo experimental en horario de clase. El currículo de las asignaturas (competencias, objetivos, contenidos y evaluación) se desarrolla según lo esperado, centrandolo en la innovación en la metodología, derivada de la formación en neuroeducación. Los docentes se mantienen en contacto permanente con los investigadores durante la intervención para facilitar la adecuada aplicación del programa en neuroeducación. En el grupo control no se implementa la intervención y se sigue el currículo habitual, sin ninguna conexión con la perspectiva de la neuroeducación. Los alumnos cumplimentan los cuestionarios individualmente, como una actividad más de clase, en horario lectivo. Los propios docentes siempre realizan la recogida de datos y los investigadores puntúan todas las pruebas de evaluación. Se informa a las escuelas de que los datos obtenidos son utilizados únicamente con fines científicos y anónimos, y se siguen todas las normas éticas nacionales e internacionales, según el Comité Ético de la Universidad de Córdoba.

Intervención

La intervención consiste en formar al profesorado en neuroeducación como paso previo al cambio metodológico en el aula. Las variables finalmente evaluadas son el impacto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Durante dos años, tres profesores participan en este estudio incluyendo el programa de neuroeducación en sus respectivas asignaturas. Las dos condiciones experimentales se derivan del diferente número de docentes que participan en cada grupo experimental y su formación posterior. Ningún docente participa en el programa de neuroeducación en el centro control.

Cuadro 1
Estructura del programa de formación docente en neuroeducación.

2017-2019 Adquisición progresiva de conocimientos/ Aplicación progresiva de los conocimientos recientemente adquiridos en el aula ordinaria							
Formación del profesorado Dos profesores					Aplicación en el aula Dos materias		Competencias de los estudiantes
Fases	Cronología en la formación del profesorado	Material para la formación del profesorado	Contenido	Aprendizaje del profesorado	Aplicación en el aula	Cronología en el aula	
1 2017-18	Reuniones quincenales - dos horas		Bases neuroológicas del aprendizaje e implicación en el aula.	Adquisición progresiva de conoci- miento sobre el cerebro. Claves universales.	Desarrollo progresivo de todos los procesos cognitivos. Contexto emocional positivo.	1º ESO 4+4 horas por semana- 37 semanas	Pre-test CL-CM-CSE Comienzo 1º ESO
2 2018-19	60 horas aprox.		Necesidades Educativas Especiales <i>Metodología holística basada en el cerebro (BRAIM)</i>	Neurodiver- sidad. Metodología y método en el aula ordinaria.	Trabajo a niveles en la clase ordinaria para atender a la diversidad.	2º ESO - 3+3 horas por semana- 37 semanas	Post-test CL-CM-CSE Final 2º ESO

- *Experimental 1.* Un profesor, experto en neuroeducación, desarrolla el programa en la asignatura de inglés, siendo el único docente participante de los 12 profesores de cada grupo de alumnos. Por tanto, los dos grupos-clase del Experimental 1 reciben el programa desde el primer día del curso 2017-18.
- *Experimental 2.* En esta escuela participan dos docentes (uno de inglés y otro de Geografía e Historia), sin conocimientos previos en neuroeducación. Los dos grupos-clase reciben el programa en menor grado que el Experimental 1. Ambos profesores adquieren formación en neuroeducación a lo largo de los dos años del programa de intervención.
- *Control.* En los dos grupos-clase de esta escuela, ningún docente recibe formación en neuroeducación, por lo que no hay intervención en el grupo control. El plan de estudios se mantiene y se desarrolla como de costumbre.

El programa de formación del profesorado se lleva a cabo durante dos años con reuniones quincenales de dos horas de duración, con un total de 60 horas de reuniones grupales, completadas con estudio privado individual de la materia. Se divide en dos fases de un año cada una. El primer año (2017-18) se capacita a los docentes en el conocimiento de las bases neuronales del aprendizaje. El segundo año (2018-19) se imparte formación en el conocimiento de la neuroeducación aplicada a la metodología en el aula. Paralelamente a esta formación, los docentes integran los conocimientos adquiridos de manera práctica en sus aulas y sus respectivas materias (inglés, y geografía e historia). El material utilizado para la formación docente está recogido en dos libros sobre neuroeducación (Caballero, 2017, 2019) (ver Cuadro 1).

Fase I. Formación del profesorado en los conocimientos básicos del cerebro y su influencia en el aprendizaje.

En esta primera fase, los docentes se adentran en el conocimiento básico de las bases neuroológicas del aprendizaje y sus implicaciones en el aula (ver Cuadro 2). Se utiliza el libro *Neuroeducación de profesores y para profesores* (Caballero, 2017). Su

significado para el proceso educativo se establece a través de una orientación práctica con ejemplos tomados de la práctica diaria de la autora como docente, estableciendo vínculos entre la neurociencia y las habilidades que se deben desarrollar en el campo educativo.

Fase II. Aplicación de la metodología holística en las materias del currículo

Para la formación en la metodología global, que permite atender la diversidad del aula, se utiliza el libro *Neuroeducación en el currículo* (Caballero, 2019). Su redacción y publicación se lleva a cabo a lo largo del segundo año de formación docente. El impacto en las opiniones de los docentes y los resultados en su práctica pedagógica se considera en un proceso continuo de retroalimentación entre la teoría y la aplicación en el contexto real, que fue crucial para el diseño de esta parte del programa. Esta formación incluye la *Metodología Holística Basada en el Cerebro* (BRAIM) y su aplicación. Las bases neuroológicas universales del aprendizaje se complementan con conocimientos específicos sobre la neurodiversidad, que ayudan al docente a atender la diversidad en el aula ordinaria a través de un cambio metodológico, que garantiza la atención individualizada al impartir cualquier materia del currículo. Se adjunta en el Cuadro 3 un resumen del contenido abordado.

El modelo BRAIM se complementa con una atención específica al desarrollo de las funciones ejecutivas. *El Modelo Integrado de Funciones Ejecutivas y Metacognición*, que también se utilizó en este programa, se basa en la idea de que existe un dominio general (funciones ejecutivas) siempre en conexión con los aspectos cognitivos y emocionales regulados por procesos metacognitivos. De esta forma, el modelo se divide en tres partes que incluyen, visibilizar el aprendizaje (“aclarar las razones del cerebro”), desarrollar habilidades estratégicamente (“brindar práctica”) y tomar decisiones adecuadas (“generar aprendizaje para la vida”). Aunque se utiliza en el programa de formación entre 2017-2019, este modelo finalmente se publica en un tercer libro que completa la trilogía en 2021 (Caballero et al., 2021).

Cuadro 2

Bases neurológicas del aprendizaje e implicaciones en el aula.

Integrar el conocimiento del cerebro en el aula entendiendo el porqué del comportamiento Enseñar tal como el alumno aprenda		
Objetivo	Aportaciones de la Neurociencia	Implicaciones en el aula
Variables físicas		
Tener en cuenta la maduración neurofuncional y la influencia de los aspectos físicos en el aprendizaje.	La actividad física apropiada, así como la alternancia de actividad y de parones activos favorece el riego sanguíneo cerebral, una mayor oxigenación, así como la activación de hormonal que finalmente favorece una mayor atención, y en resumen un mejor funcionamiento cerebral.	<ul style="list-style-type: none"> Cuidar los aspectos físicos: luz, aire, agua, y las necesidades básicas. Activar cuerpo y mente a través del movimiento. Favorecer las horas de sueño apropiadas, una dieta equilibrada y la hidratación suficiente.
Variables Afectivo-motivacionales		
Crear un contexto emocional positivo	<ul style="list-style-type: none"> Integrar las neuronas espejo en el aula Crear un contexto en el que las emociones y las experiencias positivas se asocien con el aprendizaje Conseguir unas normas claras de comportamiento con consecuencias igualmente claras 	<ul style="list-style-type: none"> Reforzar las conductas apropiadas de la manera apropiada No vale, con un simple ¡hazlo! debemos enseñar a hacerlo Generar patrones, hábitos... Potenciar las creencias positivas (efecto Pigmalión, mentalidad de crecimiento) Crear una atmósfera de confianza y de vínculos afectivos apropiados Tratar el error como parte del proceso de aprendizaje Proponer actividades desafiantes, motivadoras y novedosas Usar las emociones como aliadas, sin juzgar a la persona Favorecer el conocimiento y dominio de las propias emociones Vincular el desarrollo socioemocional al intelectual
Variables sociales		
Conseguir una mayor aceptación y respeto a la diversidad, mayor colaboración, compromiso social y la reducción de los conflictos.	<ul style="list-style-type: none"> El proceso de mielinización está asociado con el juego colectivo Las neuronas espejo y la interacción entre iguales desarrollan las funciones ejecutivas a través de la asunción de normas y reglas 	<ul style="list-style-type: none"> Aprendizaje y tutorización entre iguales Trabajo colaborativo Favorecer el desarrollo de la empatía como pilar del aprendizaje emocional
Variables cognitivas		
Desarrollar los procesos cognitivos que permitan realizar cualquier tarea académica y en la vida real.	<ul style="list-style-type: none"> Atención Percepción Memoria Pensamiento Lenguaje Inteligencia Creatividad Asumir el funcionamiento del cerebro como un circuito interconectado 	<ul style="list-style-type: none"> Favorecer la atención y la percepción. Sorprender a los alumnos con conocimientos novedosos. Organizar los tiempos de manera adecuada alternando momentos de atención, actividad y reflexión. Favorecer la gestión de la memoria y del olvido <ul style="list-style-type: none"> Memoria a corto plazo Memoria a largo plazo Memoria de trabajo
	<ul style="list-style-type: none"> La adecuada guía del desarrollo de la corteza frontal junto con la gestión de los procesos inconscientes favorece el desarrollo de todos los procesos cognitivos 	<ul style="list-style-type: none"> Regular el efecto del repaso y de la recuperación Enseñar a pensar Usar el lenguaje de forma operativa Abordar el constructo inteligencia desde múltiples perspectivas Favorecer la creatividad
Funciones ejecutivas		
Gestión de los propios recursos	<ul style="list-style-type: none"> Conocer el desarrollo neurofisiológico, en este caso, la maduración de la corteza o córtex prefrontal, encargada de dichas funciones Favorecer la adecuada autorregulación como base del aprendizaje autónomo 	<ul style="list-style-type: none"> Potenciar y dirigir la atención voluntaria Inhibir impulsos Planificación hacia metas Flexibilidad cognitiva para adaptar el proceso Autorregulación de las emociones. Gestión de la memoria: memoria de trabajo Potenciar el recuerdo frente al reconocimiento Gestionar las emociones Aprender a gestionar el pensamiento (autoinstrucciones metacognición...)

Análisis de los datos

La fiabilidad de los cuestionarios se analiza con el alfa de Cronbach, el omega de McDonald, la Fiabilidad Compuesta y la Varianza Media Extraída. Se calculan frecuencias, medias y desviaciones típicas para analizar la muestra. Se comparan los dos momentos en cada escuela para las distintas variables con la *d* de Cohen, a través de la Calculadora Campbell Collaboration. Se estudia el impacto del programa de formación docente en el desarrollo de las competencias lectora, matemática, socioemocionales y morales a través de la prueba ANOVA de medidas repetidas. El desarrollo de cada variable se calcula a partir de la diferencia de todas las variables entre el pretest y el postest en todas las escuelas de la investigación. También se analizan las diferencias entre las escuelas y las diferencias por pares en las competencias lectora, matemática, socioemocionales y morales por escuelas. A excepción de la *d* de Cohen, todos los análisis se realizan con SPSS 25. La eliminación por pares se aplica a los datos perdidos.

Resultados

Los datos descriptivos que se analizan en el pretest no muestran diferencias entre las escuelas en *lectura* ($F = 2.10, p = .13$) y *competencia matemática* ($F = 2.26, p = .11$). Se encuentran diferencias en el área de competencias socioemocionales y morales. En la escala de *competencias socioemocionales* ($F = 10.81, p < .001$) el grupo experimental 1 tiene mayor puntuación que el experimental 2 y el grupo control. La *empatía* es diferente entre las escuelas ($F = 3.21, p = .04$), pero las pruebas post-hoc no muestran diferencias específicas entre los grupos. Las *emociones morales* muestran diferencias significativas entre escuelas ($F = 3.20, p = .04$), donde el experimental 1 tiene puntuaciones más altas que el control.

Se analizan los datos descriptivos en las pruebas pretest y postest en cada una de las variables analizadas, y se comparan para cada escuela. Como se muestra en la **Tabla 1**, existe un desarrollo significativo en la *competencia lectora* en las tres escuelas, con un tamaño del efecto mayor en los grupos experimentales. La *competencia matemática* ha mejorado significativamente en los dos grupos experimentales. La escala de *competencias socioemocionales* muestra un cambio significativo, pero negativo en los grupos experimental 1 y control. Sin embargo, la *empatía* experimenta una mejora significativa y elevada en las tres escuelas, con un tamaño del efecto mayor en los grupos experimentales. Las *emociones morales* no muestran ningún cambio significativo en los tres grupos.

En las tres escuelas hay una mejora significativa en la *competencia lectora* entre el pretest y el postest ($F_{1,164} = 112.21, p < .001, \eta^2_p = .406$). Además, a su vez, existen diferencias significativas entre las tres escuelas en estas mejoras ($F_{2,164} = 8.67, p < .001, \eta^2_p = .096$) (ver **Figura 1**). En las comparaciones por pares entre los grupos se identifican diferencias significativas entre el experimental 1 y el control ($F_{1,189} = 13.38, p < .001, \eta^2_p = .102$), y entre el experimental 2 y el control ($F_{1,109} = 10.37, p = .002, \eta^2_p = .087$). No existen diferencias significativas entre los grupos experimentales ($F_{1,101} = 0.26, p = .61, \eta^2_p = .003$).

En cuanto a la *competencia matemática* en las tres escuelas, existe una mejora significativa entre el pretest y el postest ($F_{1,158} = 36.32, p < .001, \eta^2_p = .187$). Además, hubo diferencias significativas entre las tres escuelas en estas mejoras ($F_{2,158} = 10.52, p < .001, \eta^2_p = .118$) (**Figura 2**). En las comparaciones por parejas también se obser-

Cuadro 3
Modelo metodológico holístico basado en el cerebro (BRAIM).

Content general	Contenido Especifico	Objetivos generales					
La escuela inclusiva y la atención a la diversidad	Necesidades Educativas Especiales	Conocer las NEE de mayor prevalencia en el aula <ul style="list-style-type: none"> – Dislexia – TDAH - trastorno por déficit de atención con hiperactividad – Inteligencia límite – TEA-trastorno del espectro autista – Altas capacidades 					
		<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Trabajo a niveles</td> <td>Adaptar la forma de enseñar, así como los contenidos a los diferentes niveles, capacidades, preferencias y aptitudes de cada persona</td> </tr> <tr> <td>Trabajo cooperativo</td> <td>Favorecer una mayor colaboración entre iguales incluyendo a todos los alumnos en el aula ordinaria.</td> </tr> </table>	Trabajo a niveles	Adaptar la forma de enseñar, así como los contenidos a los diferentes niveles, capacidades, preferencias y aptitudes de cada persona	Trabajo cooperativo	Favorecer una mayor colaboración entre iguales incluyendo a todos los alumnos en el aula ordinaria.	
Trabajo a niveles	Adaptar la forma de enseñar, así como los contenidos a los diferentes niveles, capacidades, preferencias y aptitudes de cada persona						
Trabajo cooperativo	Favorecer una mayor colaboración entre iguales incluyendo a todos los alumnos en el aula ordinaria.						
Metodología	Aspectos físicos, socioemocionales y cognitivos	Desarrollo de todos los aspectos de la persona generando responsabilidad, autonomía y autoconfianza en el alumno					
	Habilidades comunicativas	Desarrollo de habilidades comunicativas					
	Aprendizaje para la vida	Dar responsabilidad y autonomía al alumno Generar un aprendizaje significativo					
	Método de enseñanza	<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Enseñar a comprender</td> <td>Comprensión de la tarea Conseguir un material correctamente organizado que garantice el aprendizaje óptimo</td> </tr> <tr> <td>Ayudar a recordar</td> <td>Fortalecer las conexiones neuronales Generar un recuerdo permanente del nuevo conocimiento adquirido</td> </tr> <tr> <td>Evaluar el aprendizaje</td> <td>Evaluación del perfil individual Evaluación formativa/reflexiva Evaluación sumativa</td> </tr> </table>	Enseñar a comprender	Comprensión de la tarea Conseguir un material correctamente organizado que garantice el aprendizaje óptimo	Ayudar a recordar	Fortalecer las conexiones neuronales Generar un recuerdo permanente del nuevo conocimiento adquirido	Evaluar el aprendizaje
Enseñar a comprender	Comprensión de la tarea Conseguir un material correctamente organizado que garantice el aprendizaje óptimo						
Ayudar a recordar	Fortalecer las conexiones neuronales Generar un recuerdo permanente del nuevo conocimiento adquirido						
Evaluar el aprendizaje	Evaluación del perfil individual Evaluación formativa/reflexiva Evaluación sumativa						

Tabla 1
Descriptivo y comparativo pre-test y post-test de lectura, competencia matemática, competencias socioemocionales, empatía y emociones morales

		Pre-test M (DT) n	Post-test M (DT) n	d (95% CI)
Competencia lectora	Experimental 1	1.92 (1.20) 72	3.54 (1.19) 56	-1.35 (-1.74; -0.97)
	Experimental 2	1.83 (1.06) 58	3.43 (1.06) 47	-1.51 (-1.94; -1.07)
	Control	2.20 (1.09) 74	2.88 (1.49) 69	-0.52 (-0.86; -0.19)
Competencia matemática	Experimental 1	0.41 (0.63) 70	1.20 (0.76) 55	-1.14 (-1.53; -0.76)
	Experimental 2	0.53 (0.67) 53	0.81 (0.68) 47	-0.42 (-0.81; -0.02)
	Control	0.66 (0.75) 73	0.81 (0.79) 69	-0.19 (-0.52; 0.14)
Competencias socioemocionales	Experimental 1	66.13 (7.80) 61	62.61 (6.10) 51	0.50 (0.12; 0.87)
	Experimental 2	60.45 (8.04) 49	60.72 (7.71) 43	-0.03 (-0.44; 0.38)
	Control	61.06 (6.21) 69	58.73 (8.53) 60	0.32 (0.03; 0.67)
Empatía	Experimental 1	62.70 (7.80) 63	74.17 (8.83) 54	-1.39 (-1.79; -0.98)
	Experimental 2	60.75 (7.20) 48	75.15 (9.86) 39	-1.70 (-2.19; -1.20)
	Control	62.52 (7.38) 58	69.87 (9.30) 55	-0.88 (-1.26; -0.49)
Emociones morales	Experimental 1	22.62 (3.37) 63	22.54 (2.32) 56	0.03 (-0.33; 0.39)
	Experimental 2	21.57 (3.19) 54	21.24 (3.22) 46	0.10 (-0.29; 0.50)
	Control	21.04 (4.19) 73	20.40 (4.14) 65	0.15 (-0.18; 0.49)

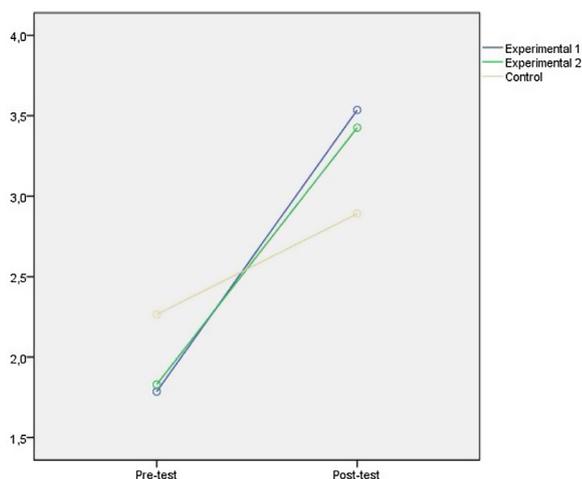


Figura 1. Pre-post-test de competencia lectora en las tres escuelas.

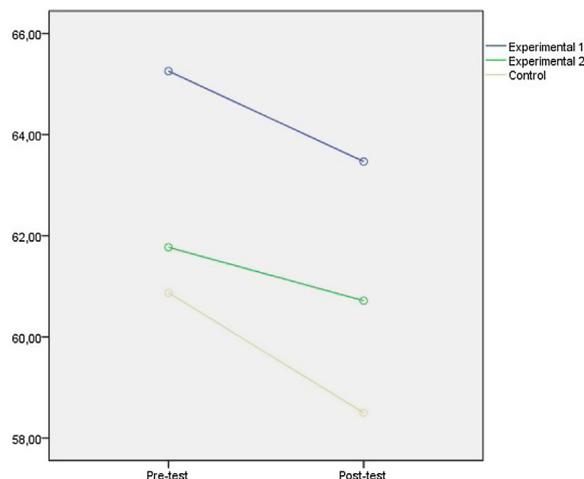


Figura 3. Pre-post-test de competencias socioemocionales en los tres grupos.

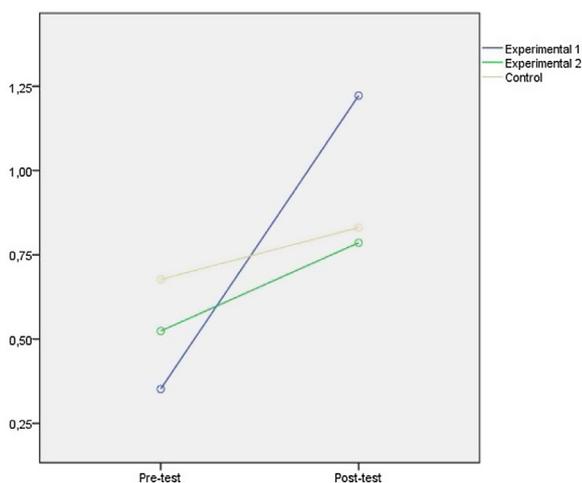


Figura 2. Pre-post-test de competencia matemática en las tres escuelas.

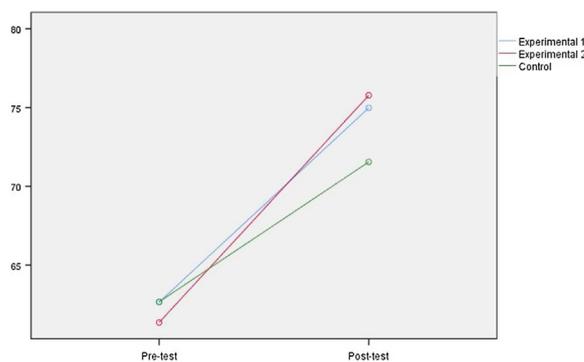


Figura 4. Pre-post-test de empatía en los tres grupos.

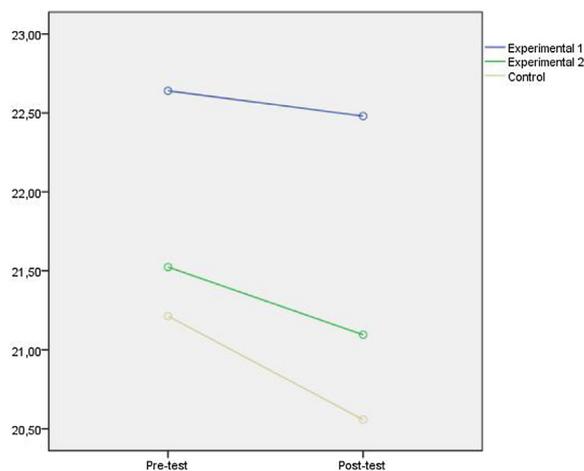


Figura 5. Pre-post-test de emociones morales en las tres escuelas.

van diferencias significativas entre el grupo experimental 1 y el grupo control ($F_{1,117} = 20.95, p < .001, \eta^2_p = .152$) y entre ambos grupos experimentales ($F_{1,94} = 11.39, p = .001, \eta^2_p = .108$). No existen diferencias significativas entre el grupo experimental 2 y el grupo control ($F_{1,105} = 0.34, p = .562, \eta^2_p = .003$).

Las competencias socioemocionales y morales solo cambian significativamente en la dimensión de *empatía*. Evaluando las puntuaciones de la escala de *competencias socioemocionales* entre los tres centros, no se observa diferencia significativa en su trayectoria de aprendizaje entre el pretest y el postest ($F_{1,129} = 3.72, p = .056, \eta^2_p = .028$). Del mismo modo, no existen diferencias significativas por pares entre los tres grupos en estos cambios ($F_{2,129} = 0.18, p = .84, \eta^2_p = .003$) (ver Figura 3). Complementando el área social y emocional, se analizó la *empatía*. Esta variable muestra un cambio significativo entre el pretest y postest ($F_{1,118} = 128.03, p < .001, \eta^2_p = .52$), pero en la comparación por pares entre los tres grupos no aparecen diferencias significativas ($F_{2,118} = 2.26, p = .11, \eta^2_p = .037$) (ver Figura 4). Las *emociones morales* no se modifican significativamente entre el pretest y el postest ($F_{1,150} = 1.03, p = .31, \eta^2_p = .007$), y no existen diferencias significativas por parejas entre los tres grupos ($F_{1,129} = 0.14, p = .87, \eta^2_p = .002$) (ver Figura 5).

En las comparaciones por pares de grupos, no se identifican diferencias significativas entre el experimental 1 y el grupo control en *competencias socioemocionales* ($F_{1,95} = 0.08, p = .78, \eta^2_p = .001$), en *empatía* ($F_{1,88} = 1.78, p = .19, \eta^2_p = .020$) y en *emociones morales* ($F_{1,109} = 0.26, p = .61, \eta^2_p = .002$). Tampoco entre el experimental 2 y el control en *competencias socioemocionales* ($F_{1,87} = 0.37, p = .55,$

$\eta^2_p = .004$) y en *emociones morales* ($F_{1,101} = 0.05, p = .83, \eta^2_p < .001$), pero existen diferencias significativas en *empatía* ($F_{1,71} = 4.79, p = .03, \eta^2_p = .063$). No se encuentran diferencias significativas entre los dos grupos experimentales en *competencias socioemocionales* ($F_{1,76} = 0.10, p = .76, \eta^2_p = .001$), *empatía* ($F_{1,76} = 0.57, p = .45, \eta^2_p = .007$) y *emociones morales* ($F_{1,76} = 0.08, p = .78, \eta^2_p = .001$).

Discusión

La discusión se plantea desde la doble perspectiva que guía este estudio. Por un lado, se analizan los resultados de aprendizaje de los estudiantes evaluando el cambio en las competencias lectora, matemática, socioemocionales y morales, y la comparación entre los grupos experimentales y control. Por otro lado, dichos análisis permiten valorar el programa de formación docente propuesto basado en neuroeducación.

Competencias de los estudiantes

El desarrollo de la competencia lectora, matemática y la empatía ha sido significativamente positivo en las tres escuelas, lo que indica que la escolarización tiene un efecto positivo en estas variables. En cuanto al objetivo general de observar en qué medida la neuroeducación puede aumentar las competencias clave en la práctica escolar, se ha producido una mejora significativa en la competencia lectora, en la competencia matemática y en empatía en el grupo experimental con respecto al grupo control. También coinciden estos hallazgos cuando se considera el punto de partida y el efecto para cada estudiante, tras la aplicación del programa. Estos resultados refuerzan la idea de la efectividad de incluir los principios de la neuroeducación en el aula (Jolles y Jolles, 2021), y van en la línea de confirmar la efectividad de insertar los aportes de la neurociencia en la formación docente como paso previo para mejorar las competencias clave (Anderson et al., 2018).

Aunque no se ha logrado el objetivo en competencias socioemocionales y morales, la empatía, una parte de esta área, ha mejorado, lo cual plantea nuevos interrogantes que requieren un trabajo específico para ser esclarecidos (Llorent et al., 2020). Por un lado, el mayor desarrollo de la competencia lectora, la competencia matemática y la empatía podrían estar más relacionados con el desarrollo de las funciones ejecutivas y las posteriores habilidades de autorregulación que con las emociones positivas, tal y como muestran Arwood y Merideth (2017). Esto puede sugerir la necesidad de desarrollar las tres competencias mencionadas de forma explícita, con una formación socioemocional específica para los estudiantes, ya que podría indicar que la transferencia entre competencias a largo plazo es escasa (Kassai et al., 2019). Por otro lado, en lugar de una reducción real de estas competencias, esta disminución podría estar justificada por una autoevaluación más realista, derivada del desarrollo natural del lóbulo frontal en la adolescencia y, en consecuencia, un autoconocimiento más realista (Frith et al., 2011). Tal vez la metodología basada en el aprendizaje cooperativo podría haber sido más efectiva para desarrollar competencias socioemocionales, tal y como muestran los estudios actuales (González-Gómez et al., 2021; Llorent et al., 2022).

En los grupos experimentales la mejora en la empatía puede indicar que las funciones ejecutivas influyen en la capacidad del estudiante para regular el comportamiento y la cognición a través de un adecuado control inhibitorio (Xie et al., 2021). Asimismo, puede llevar a la conclusión de que la misma flexibilidad cognitiva que facilita la regulación de los procesos de lectura y razonamiento a través de habilidades metacognitivas (Gnaedinger et al., 2016),

también puede influir en las competencias socioemocionales como es el caso de la empatía, facilitando las interacciones sociales. Estos resultados sugieren desarrollar todas las competencias desde un punto de vista neurológico, asumiendo la influencia de las funciones ejecutivas y los procesos metacognitivos en las competencias lectora, matemática, socioemocionales y morales. Por lo tanto, se requiere más investigación para arrojar luz en estas áreas.

Programa de formación en neuroeducación

Los avances en la investigación del cerebro en educación han sido asumidos por instituciones (OECD, 2016) e investigadores (Thomas y Ansari, 2020; Tokuhama-Espinosa y Nouri, 2020) como punto de partida para mejorar las prácticas docentes en el aula. La escasez de estudios cuasiexperimentales en un contexto real (Privitera, 2021) hace especialmente valiosa la implementación de este programa integral basado en la neurociencia. En este sentido, una de las principales contribuciones de este estudio ha sido la integración curricular efectiva de una metodología holística, a través de un modelo global de formación docente en neuroeducación (BRAIM) que ha permitido abordar el carácter multidimensional de la educación (Caballero et al., 2021), tal y como sugiere Thomas et al. (2019).

Otra importante aportación de esta investigación ha sido “tender un puente entre neurociencia y educación” a través de la creación de un material específico para la formación del profesorado desde tres perspectivas complementarias: el conocimiento del cerebro (Caballero, 2017), la metodología que permite atender a la diversidad en el aula inclusiva (Caballero, 2019), y finalmente, el desarrollo del funcionamiento ejecutivo, a partir de la visibilización de los procesos de autorregulación y del propio aprendizaje (Caballero et al., 2021). Las evidencias derivadas de esta investigación aportan una clara relación entre la visibilidad de los mecanismos de aprendizaje, tanto para docentes como para estudiantes, y la mejora de las competencias clave, especialmente en la educación secundaria donde se requiere mayor autocontrol y autogestión.

El presente estudio supone un avance en la incipiente línea de investigación de la neuroeducación desde una visión integradora, con implicaciones educativas y políticas en el desarrollo curricular. La neuroeducación debe ser una pieza más del complicado rompecabezas del proceso de enseñanza-aprendizaje y de la educación (Jolles y Jolles, 2021; Murphy, 2016), contribuyendo al desarrollo profesional de los docentes de manera práctica a través de un programa de formación docente basado en la neuroeducación que ayuda a atender a la diversidad en el aula ordinaria.

Si bien este estudio hace aportaciones interesantes al campo de la educación, se deben reconocer ciertas limitaciones. En primer lugar, no haber discriminado el rendimiento diferencial del alumnado con necesidades educativas especiales, aun cuando se incluye una formación especial en neurodiversidad en el programa de formación. En segundo lugar, el tamaño de la muestra no es muy grande. Aunque incluye a todos los alumnos de 1º/2º de la ESO, un total de seis aulas, de los tres colegios de un municipio español, se requieren más participantes y otros contextos para potenciar los resultados. Además, hay que tener en cuenta que el programa de formación de profesores solo se utilizó con uno o dos de entre todos los profesores de estos grupos (normalmente hay más de diez profesores por grupo-clase). Este bajo índice de participación docente invita a pensar en el gran potencial del programa de neuroeducación. Finalmente, es necesario considerar en esta investigación otra variable intermedia relacionada con el docente, ya que su rol está determinado por su formación y competencias pero, también, por

su actitud hacia la innovación pedagógica, como resultado de una combinación de rasgos de personalidad deseables y un permanente crecimiento profesional (Jazukiewicz, 2020).

No hay duda sobre la relación entre la calidad de los docentes y el desempeño de los estudiantes (Hattie, 2008; Hattie y Yates, 2013). En este proceso juegan un papel importante las interacciones profesor-alumno (Llorent et al., 2021), los tipos de actividades iniciadas y supervisadas en el aula, el conocimiento de la cognición (Caballero, 2019; Roebbers, 2017) y el proceso mismo de aprendizaje (Frith et al., 2011). En este sentido, el conocimiento proporcionado por el programa parece haber modificado la actitud de los docentes hacia la innovación pedagógica, cambiando la forma en que perciben el aprendizaje de los estudiantes e implementando estrategias de instrucción más individuales que finalmente mejoran el desempeño de los estudiantes.

Los docentes necesitan respuestas con rigor científico, que los orienten como líderes del cambio educativo, aunando emoción y conocimiento en el justo equilibrio, “haciendo de la ciencia el arte de enseñar”. Para lograrlo, la neuroeducación ofrece una potente herramienta, dando pistas para comprender mejor la mente tanto del profesor como del alumno. Como sugiere Eric Kandel (2019), la neurociencia puede mejorar nuestra comprensión del pensamiento, los sentimientos, la memoria, etc. y quién sabe si, en el futuro, una teoría unificada de la mente proporcionará las claves para una educación holística, personalizada e inclusiva.

Financiación

Financiación para el acceso abierto: Universidad de Córdoba/CBUA. Gracias al acuerdo CRUE-CSIC y Springer Nature.

Referencias

- Álamo, M., Llorent, V. J., Nasaescu, E., y Zych, I. (2020). Validación de la Escala de Emociones Morales en adolescentes. En V. Llorent-Bedmar y V. Cobano-Delgado (Eds.), *Congreso Internacional de Transferencia de Conocimientos y Sensibilización Social. “Islam y paz a través de voces musulmanas”* (pp. 16–20). Grupo de Investigación de Educación Comparada de Sevilla. <https://bit.ly/3zaXzAy>.
- Anderson, R. K., Boaler, J., y Dieckmann, J. A. (2018). Achieving elusive teacher change through challenging myths about learning: A blended approach. *Education Sciences*, 8(3), 1–33. <https://doi.org/10.3390/educsci8030098>
- Arwood, E. L., y Merideth, C. (2017). Neuro-education: A translation from theory to practice. A brain-based teaching guide for the remediation of language literacy, behavior support, mental health, and academic challenges. *Arwood Neuro-Viconics, an Arwood Neuro-Viconics Publication, a division of APRICOT, Incorporated*.
- Caballero, M. (2017). *Neuroeducación de profesores y para profesores*. Ediciones Pirámide.
- Caballero, M. (2019). *Neuroeducación en el currículo*. Ediciones Pirámide.
- Caballero, M., Llorent, V. J., y García, M. M. (2021). *Hacer de la neuroeducación el arte de enseñar. Pensar y sentir para desarrollar las competencias clave*. Ediciones Pirámide.
- Dehaene, S. (2020). *How we learn: The new science of education and the brain*. Penguin UK.
- Dweck, C. (2015). Carol Dweck revisits the growth mindset. *Education Week*, 35(5), 20–24. <https://bit.ly/3mK0ybu>.
- Fischer, K. W., Goswami, U., y Geake, J. (2010). The future of educational neuroscience. *Mind, Brain, and Education*, 4(2), 68–80. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2010.01086.x>
- Frith, U., Bishop, D., Blakemore, C., Blakemore, S. J., Butterworth, B., y Goswami, U. (2011). Neuroscience: Implications for education and lifelong learning. *The Royal Society*. <https://bit.ly/3dlCQ4h>.
- Gaddes, W. H. (1968). A neuropsychological approach to learning disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 1(9), 523–534. <https://doi.org/10.1177/002221946800100906>
- Gnaendinger, E. K., Hund, A. M., y Hesson-McInnis, M. S. (2016). Reading specific flexibility moderates the relation between reading strategy use and reading comprehension during the elementary years. *Mind, Brain, and Education*, 10(4), 233–246. <https://doi.org/10.1111/mbe.12125>
- González-Gómez, A. L., Farrington, D. P., y Llorent, V. J. (2021). Descriptive and quasi-experimental studies about moral emotions, online empathy, anger management, and their relations with key competencies in Primary Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111584>
- Green-Mitchell, A. (2016). *An investigation of language acquisition as an antecedent to pro-social development for secondary students at risk for behavior disorders*. <https://bit.ly/3g5Z9wt>.
- Hattie, J. (2008). Processes of integrating, developing, and processing self-information. Self-processes, learning and enabling human potential: Dynamic new approaches. En H. W. Marsh, R. G. Craven, y D. M. McInerney (Eds.), *International advances in self-research series (Vol. 3)* (pp. 51–86). Information Age Press.
- Hattie, J., y Yates, G. C. R. (2013). *Visible learning and the science of how we learn*. Routledge.
- Howard-Jones, P. A., Jay, T., y Galeano, L. (2020). Professional development on the science of learning and teachers' performative thinking. *A pilot study. Mind, Brain, and Education*, 14(3), 267–278. <https://doi.org/10.1111/mbe.12254>
- Jazukiewicz, I. (2020). Pedeutology of the XXI as a positive social science. *Studia z Teorii Wychowania*, 11, 39–53. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.3649>
- Jolles, J., y Jolles, D. D. (2021). On neuroeducation: Why and how to improve neuroscientific literacy in educational professionals. *Frontiers in Psychology*, 12(752151), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.752151>
- Jolliffe, D., y Farrington, D. P. (2006). Development and validation of the Basic Empathy Scale. *Journal of Adolescence*, 29(4), 589–611. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2005.08.010>
- Kandel, E. R. (2019). *La nueva biología de la mente: Qué nos dicen los trastornos cerebrales sobre nosotros mismos*. Ediciones Paidós.
- Kassai, R., Futo, J., Demetrovics, Z., y Takacs, Z. K. (2019). A meta-analysis of the experimental evidence on the near-and far-transfer effects among children's executive function skills. *Psychological Bulletin*, 145(2), 165–188. <https://doi.org/10.1037/bul0000180>
- Llorent, V. J., Farrington, D. P., y Zych, I. (2021). School climate policy and its relations with social and emotional competencies, bullying and cyberbullying in secondary education. *Revista de Psicodidáctica*, 26(1), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2020.11.002>
- Llorent, V. J., González-Gómez, A. L., Farrington, D. P., y Zych, I. (2020). Social and emotional competencies and empathy as predictors of literacy competence. *Psicothema*, 32(1), 47–53. <https://doi.org/10.7334/psicothema2019.106>
- Llorent, V. J., González-Gómez, A. L., Farrington, D. P., y Zych, I. (2022). Improving literacy competence and social and emotional competencies in Primary Education through Cooperative Project-Based Learning. *Psicothema*, 34(1), 102–109. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.372>
- Martínez-González, A. E., Piqueras, J. A., Delgado, B., y García-Fernández, L. M. (2018). Neuroeducación: aportaciones de la neurociencia a las competencias curriculares. *Publicaciones*, 48(2), 23–34. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v48i2.8331>
- McMahon, K., Yeh, C. S. H., y Etchells, P. J. (2019). The impact of a modified initial teacher education on challenging trainees' understanding of neuromyths. *Mind, Brain, and Education*, 13(4), 288–297. <https://doi.org/10.1111/mbe.12219>
- Murphy, S. C. (2016). *The promise and pitfalls of neuroeducation as a grounding for instructional practices: An exploration of K-12 application and assessment*. <https://bit.ly/3tiMPg8>.
- OECD (2003). *The PISA 2003 assessment framework. Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD Publishing. <https://bit.ly/2QnXnfg>.
- OECD (2016). *PISA 2015 assessment and Analytical Framework: Science, reading, mathematical and financial literacy*. OECD Publishing. <https://bit.ly/32bfec7>.
- Privitera, A. J. (2021). A scoping review of research on neuroscience training for teachers. *Trends in Neuroscience and Education*, 24(100157), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2021.100157>
- Roebbers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*, 45, 31–51. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2017.04.001>
- Shonkoff, J. P. (2017). Breakthrough impacts: What science tells us about supporting early childhood development. *Young Children*, 72(2), 8–16. <https://bit.ly/32aDhld>.
- Thomas, M. S., y Ansari, D. (2020). *Educational neuroscience. Educational neuroscience: Development across the life span*. Routledge.
- Thomas, M. S., Ansari, D., y Knowland, V. C. (2019). Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(4), 477–492. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12973>
- Thul, M. (2019). *Transdisciplinary learning: Investigating the effects of an adult learning class with a neuroeducation perspective on adult learners' identity, perceptions of learning, and implementation strategies*. <https://bit.ly/3dgXd2v>.
- Tokuhama-Espinosa, T., y Nouri, A. (2020). Evaluating what mind, brain, and education has taught us about teaching and learning. *Access: Contemporary Issues in Education*, 40(1), 63–71. <https://doi.org/10.46786/ac20.1386>
- UNESCO (2015). *Sustainable development goal for education cannot advance without more teachers*. UNESCO Publishing.

- Villadangos, J. M., Errasti, J. M., Amigo, I., Jolliffe, D., y García-Cueto, E. (2016). Characteristics of empathy in young people measured by the Spanish validation of the Basic Empathy Scale. *Psicothema*, 28(3), 323–329. <https://doi.org/10.7334/psicothema2016.6>
- Xie, J., Liu, S., y Fang, P. (2021). Cognitive training improves emotion regulation in Chinese preschool children. *Pediatrics International*, 63(11), 1303–1310. <https://doi.org/10.1111/ped.14661>
- Zych, I., Gómez-Ortiz, O., Fernández Touceda, L., Nasaescu, E., y Llorent, V. J. (2019). Parental moral disengagement induction as a predictor of bullying and cyberbullying: Mediation by children's moral disengagement, moral emotions, and validation of a questionnaire. *Child Indicators Research*, 13, 1065–1083. <https://doi.org/10.1007/s12187-019-09670-2>
- Zych, I., Ortega-Ruiz, R., Muñoz-Morales, R., y Llorent, V. J. (2018). Dimensions and psychometric properties of the Social and Emotional Competencies Questionnaire (SEC-Q) in youth and adolescents. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 50(2), 98–106. <https://doi.org/10.14349/rlp.2018.v50.n2.3>