



Categoría: Education, Teaching, Learning and Assessment

REVISIÓN

The Importance of Neuroeducation in the Teaching-Learning of Mathematics in Preschoolers

Importancia de la neuroeducación en la enseñanza- aprendizaje de las matemáticas en preescolares

Mélida Lucía López Cabrera¹  , Carmen Elena López Maldonado²  , Teófilo Mesías Morocho Calle³  ,
Alba Verónica Vargas Sánchez¹  

¹Instituto Superior Tecnológico Limón, Docente. General Plaza, Ecuador.

²Instituto Superior Tecnológico Limón, Docente de matemáticas. General Plaza, Ecuador.

³Instituto Superior Tecnológico Limón, Docente de software. General Plaza, Ecuador.

Citar como: López Cabrera ML, López Maldonado CE, Morocho Calle TM, Vargas Sánchez AV. The Importance of Neuroeducation in the Teaching-Learning of Mathematics in Preschoolers. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias. 2024; 3:1029. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024.1029>

Enviado: 23-01-2024

Revisado: 12-04-2024

Aceptado: 26-08-2024

Publicado: 27-08-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Introduction: neuroeducation, currently, stands out as an essential field to understand brain development and improve the teaching-learning process of mathematics in preschoolers.

Objective: determine the importance of neuroeducation in the teaching-learning of mathematics in preschoolers.

Method: a descriptive study based on a narrative bibliographic review focused on scientific articles in English and Spanish published between 2020-2024 in sources such as PubMed, Springer, Web of Science and Cochrane.

Results: it is demonstrated that neuroeducation allows a significant development in mathematical competencies in post-intervention experimental schools, in addition to this, the positive contributions in social, emotional and moral skills are demonstrated.

Conclusions: the development of mathematical competencies in preschoolers is driven by the determined implementation of pedagogical strategies based on neurosciences, led by professionally trained educators, which challenges and overcomes the limitations of the current educational system.

Keywords: Neurosciences; Neuroeducation; Mathematical Skills.

RESUMEN

Introducción: la neuroeducación, en la actualidad, se destaca como un campo esencial para comprender el desarrollo cerebral y mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje de las matemáticas en preescolares.

Objetivo: determinar la importancia de la neuroeducación en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en preescolares.

Método: estudio descriptivo basada en una revisión bibliográfica narrativa focalizada en artículo científicos en inglés y español publicadas entre el 2020- 2024 en fuentes como PubMed, Springer, Web of Science y Cochrane.

Resultados: se demuestra que la neuroeducación permite un desarrollo significativo en las competencias matemáticas en escuelas experimentales post-intervención, adicional a ello se demuestran las contribuciones positivas en habilidades sociales, emocionales y morales.

Conclusiones: el desarrollo de competencias matemáticas en preescolares se ve impulsado por la implementación decidida de estrategias pedagógicas basadas en neurociencias, lideradas por educadores

debidamente capacitados, lo que desafía y supera las limitaciones del sistema educativo actual.

Palabras clave: Neurociencias; Neuroeducación; Competencias Matemáticas.

INTRODUCCIÓN

El período preescolar representa una etapa crítica en el desarrollo cognitivo de los niños, donde se sientan los cimientos para su éxito académico futuro. Dentro de este contexto, el aprendizaje de las matemáticas juega un papel crucial en el desarrollo de habilidades cognitivas y lógicas fundamentales. A pesar de su importancia, persisten brechas en nuestro entendimiento sobre cómo optimizar este proceso educativo en la primera infancia. En respuesta a este desafío, la neuroeducación ha surgido como un campo interdisciplinario que integra los principios de la neurociencia con la pedagogía, buscando mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Este artículo se adentra en la importancia de la neuroeducación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en preescolares. Explora las bases neurocientíficas que respaldan esta disciplina en la adquisición de competencias matemáticas, identifica las barreras dentro del sistema educativo que dificultan este proceso desde una perspectiva neuro educativa y evalúa la efectividad de las estrategias y enfoques neuro educativos en el ámbito preescolar. Al hacerlo, nuestro objetivo es ofrecer una visión integral y actualizada de cómo la integración de la neuroeducación puede enriquecer significativamente la enseñanza de las matemáticas en la primera infancia, sentando así los cimientos para un desarrollo cognitivo sólido y un éxito académico continuo.

Objetivos

Objetivo general

- Determinar la importancia de la neuroeducación en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en preescolares.

Objetivos específicos

- Examinar las bases neurocientíficas que respaldan la neuroeducación en la adquisición de competencias matemáticas.
- Identificar las barreras en el sistema educativo que dificultan la adquisición de competencias matemáticas en preescolares, desde una perspectiva neuro educativa.
- Evaluar la efectividad de las estrategias y enfoques neuro educativos en la enseñanza de las matemáticas en preescolares.

MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica narrativa focalizada en la búsqueda de artículos científicos en español e inglés utilizando Google Scholar para la fase inicial de búsqueda. Posteriormente, se examinaron los artículos publicados en los últimos cuatro años (2020-2024) en fuentes como PubMed, Springer, Web of Science y Cochrane. Se seleccionaron específicamente aquellos con un rango de cuartil de 1 a 4 según Scimago Journal Rank, lo que aseguró la inclusión de publicaciones de alta calidad y relevancia.

Durante el proceso de exclusión, se eliminaron tesis, artículos incompletos y aquellos que carecían de DOI. Se utilizaron programas como Excel 2019 para organizar y recopilar los datos de los artículos seleccionados, lo que permitió un análisis eficiente y detallado. En total, se seleccionaron 26 artículos para su evaluación y examen posterior proporcionando una base sólida para comprender la relación entre la neuroeducación y el aprendizaje de las matemáticas en preescolares.

Justificación

La investigación radica en la necesidad de comprender y aprovechar plenamente el funcionamiento del cerebro en niños en edad preescolar para mejorar su proceso de aprendizaje de las matemáticas. A la presente fecha los centros educativos están orientados a la formación integral de los estudiantes, para ello la planta docente debe contar con una formación completa que le facilite trabajar con diversidad de estudiantes fomentando la inclusión y el uso de metodologías conforme a las necesidades del equipo. Se considera que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas requiere la intervención de la neuroeducación que proporcione conocimientos sobre el desarrollo de las conexiones neuronales relacionadas específicamente con el aprendizaje matemático durante esta etapa crucial del desarrollo cognitivo.

La presente investigación sobre la importancia de la neuroeducación en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en preescolares servirá para avanzar en nuestro entendimiento de cómo los principios neurocientíficos pueden informar y mejorar la práctica educativa en esta etapa temprana del desarrollo

infantil. Al integrar el conocimiento anatómico del cerebro, la preparación de los docentes, la adaptación de técnicas de enseñanza y el abordaje de la diversidad en el aula, podemos mejorar significativamente la calidad y equidad de la educación preescolar y sentar las bases para un futuro académico exitoso para todos los niños.

Marco teórico

Neurociencias

Las neurociencias, un campo multidisciplinario que investiga el funcionamiento del cerebro y su interacción con el entorno, desafían la noción tradicional de que los genes cerebrales determinan exclusivamente nuestro comportamiento y destino. Según Kandel, renombrado neurocientífico, la investigación revela que el entorno ejerce una influencia significativa tanto en el cerebro como en organismos como las bacterias. Este hallazgo sugiere que los acontecimientos del mundo exterior pueden impactar la expresión y función de los genes, incluso en el contexto cerebral y bacteriano.⁽¹⁾

La importancia de entender las neurociencias es que nos permiten conocer estructuras de manera cercana para acceder a la información de estructuras cerebrales como la neocorteza que constituye más del 75 % del cerebro y se encarga de las funciones superiores como pensamiento abstracto, planificación y toma de decisiones.⁽¹⁾ Respecto a la memoria, el hipocampo se mantiene activo en adultos hasta de noventa años, dada la existencia de neurogénesis en el hipocampo, de este modo, la memoria puede ser entrenada más allá de la infancia.⁽¹⁾ Lo que exige aprovechar las funciones neuronales y mantener el cerebro debidamente estimulado y conectado a la parte emocional.

La comprensión del proceso neurocognitivo mediante la neurociencia permite entender cómo el cerebro regula de manera intuitiva su proceso de aprendizaje y adapta tácticas apropiadas para diferentes contextos.⁽²⁾ Este enfoque neurocientífico nos ayuda a comprender mejor los mecanismos subyacentes al aprendizaje y la adaptación cognitiva, lo que puede tener implicaciones significativas en educación, psicología y otros campos relacionados.

La cantidad de estudios realizados en el campo de la neurociencia en entornos escolares refleja el éxito de esta disciplina en la mejora de los procesos de aprendizaje de los individuos. Este estudio investiga la efectividad de implementar un enfoque basado en la neurociencia educativa para mejorar el desempeño académico en estudiantes con dificultades matemáticas.⁽³⁾

En el avance del conocimiento, especialistas en neurociencias hacen uso de este recurso invaluable para explorar más a fondo el funcionamiento del cerebro. Incorporan conceptos como las neuronas espejo, que replican acciones y llaman la atención del estudiante. Este enfoque puede ser crucial para evitar un aprendizaje superficial que se base exclusivamente en la memorización.⁽⁴⁾

Por otra parte, las investigaciones en neurociencia han revelado que cuando los estudiantes completan tareas con éxito, experimentan un incremento en los niveles de dopamina y acetilcolina, sustancias químicas del cerebro que inducen sensaciones de bienestar y felicidad, lo que refuerza su confianza y motivación.⁽⁵⁾ Mientras que estos hallazgos proporcionan información valiosa sobre los procesos neuroquímicos subyacentes al aprendizaje, es esencial considerarlos dentro de un marco más amplio que abarque múltiples aspectos del entorno educativo.

La neurociencia representa simplemente una parte del complejo entramado del proceso de aprendizaje y enseñanza. En resumen, muchas de las consideraciones acerca de las afirmaciones de las neurociencias y su posible influencia en la educación resultan comprensibles. Estas señalan una convergencia de lenguajes entre diferentes disciplinas, subrayando la importancia de fomentar el diálogo y adoptar un enfoque que facilite la integración efectiva de conocimientos.⁽⁶⁾

Educación

Se han planteado diversos cuestionamientos en el campo de la educación, y uno de los principales se relaciona en cómo manejar la diversidad cultural en contextos de aprendizaje, como es el caso del autismo, TDH, entre otros, que han sido abordados con el respaldo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Por otro lado, surge la neuroeducación como un intento de fusionar la Pedagogía, la Psicología Cognitiva y las Neurociencias.⁽⁷⁾ Existe la necesidad de integrar la neurociencia en el currículo educativo para mejorar la inclusión y la pluriculturalidad.

Otra de las dificultades en el campo de la educación se da en cuanto a las preferencias individuales para aprender. Se sostiene que la enseñanza debería adaptarse al estilo de aprendizaje preferido de cada individuo, ya sea visual, auditivo o cinestésico. Sin embargo, numerosos estudios de investigación publicados en la última década han demostrado repetidamente que los estilos de aprendizaje no tienen validez científica.⁽⁶⁾ Por tanto, su implementación podría no ser la estrategia más efectiva para mejorar el rendimiento académico y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Con el objetivo de superar los desafíos inherentes a la impartición de conocimientos en entornos educativos, se ha incorporado técnicas novedosas para rediseñar los principios didácticos. La técnica de Aprendizaje Basado

en Neurociencia (ABN) busca mejorar la retención de los estudiantes mediante experiencias emocionales intensas. Basándose en el conocimiento científico de la amígdala como un componente crucial del aprendizaje emocional. Se centra en conectar los procesos mentales de los estudiantes con situaciones del entorno que les conduzcan a experimentar emociones fuertes, con el fin de que retengan la información en la memoria a largo plazo.⁽⁸⁾ En este contexto, su aplicación plantea cuestionamientos éticos y prácticos en un sistema educativo que enfrenta recursos limitados y trato inequitativo entre estudiantes.

Otra de las dificultades que se presentan en el campo educativo son la prevalencia de neuromitos que afectan a la comunidad docente, incluso en países con alto índice de desarrollo humano como el Reino Unido y Suiza, entre otros. Estudios demuestran que la falta de comprensión sobre el funcionamiento del cerebro tiene consecuencias negativas en la enseñanza, ya que estos neuromitos influyen en la forma en que los docentes transmiten la información.⁽⁹⁾

Elementos	Correcto (%)	Incorrecto (%)	No Saber (%)
1-Usamos nuestro cerebro las 24 horas del día (T)	66,7	32,1	1,2
2-Los niños tienen cerebros más grandes que las niñas (T)	23,3	73,9	2,7
3-Cuando una región del cerebro está dañada, otras partes del cerebro pueden asumir su función (T)	9,1	90,0	0,9
4-Los hemisferios izquierdo y derecho del cerebro siempre trabajan juntos (T)	66,4	32,4	1,2
5-El cerebro de niños y niñas se desarrolla al mismo ritmo (F)	45,2	52,1	2,7
6-El desarrollo del cerebro ha terminado cuando los niños llegan a la escuela secundaria (F)	72,1	23,3	4,5
7-La información se almacena en el cerebro en una red de células distribuidas por todo el cerebro (T)	44,5	52,7	2,7
8-El aprendizaje no se debe a la adición de nuevas células al cerebro (T)	62,4	34,5	3,0
9-El aprendizaje se produce mediante la modificación de las conexiones neuronales del cerebro (T)	83,3	12,4	4,2
10-El rendimiento académico puede verse afectado por saltarse el desayuno (T)	95,5	4,2	0,3
11-El desarrollo normal del cerebro humano implica el nacimiento y la muerte de células cerebrales (T)	52,1	44,3	3,6
12-La capacidad mental es hereditaria y no puede ser modificada por el entorno o la experiencia (F)	95,8	3,6	0,6
13-El ejercicio vigoroso puede mejorar la función mental (T)	95,5	3,3	1,2
14-Los ritmos circadianos ("reloj biológico") cambian durante la adolescencia, lo que provoca que los alumnos se sientan cansados durante la adolescencia. primeras lecciones del día escolar (T)	85,5	11,8	2,7
15-El consumo regular de bebidas con cafeína reduce el estado de alerta (T)	24,2	73,3	2,4
dieciséis-El ensayo prolongado de algunos procesos mentales puede cambiar la forma y estructura de algunas partes. del cerebro (T)	35,8	60,0	4,2
17-Los alumnos individuales muestran preferencias por el modo en que reciben la información (p. ej., visual, auditivo, cinestésico) (T)	98,8	0,00	1,2
18-La producción de nuevas conexiones en el cerebro puede continuar hasta la vejez (T)	47,9	47,0	5,2
19-Hay periodos sensibles en la infancia en los que es más fácil aprender cosas (T)	96,1	1,5	2,4
20-Cuando dormimos, el cerebro se apaga (F)	87,3	10,6	2,1

Figura 1. Resultados del conocimiento del cerebro en estudios realizados en Marruecos

Fuente: Tomado de Brain Knowledge and predictors of neuromyths among teachers in Morocco (p. 5) Por (9), Trends in Neuroscience and Education.

El la figura 1 evidencia los conocimientos sobre el cerebro y la prevalencia de neuromitos entre profesores de Marruecos. El cuadro anterior revela neuromitos comunes en la educación, como la necesidad de momentos de aburrimiento para el desarrollo cerebral, aborda la visión determinista sobre la violencia relacionada con los genes masculinos, destacando la influencia de factores ambientales y sociales en el comportamiento. Enfatiza el período crítico de desarrollo cerebral en los primeros tres años de vida. Además, se propone un plan de estudios centrado en la felicidad, las emociones y las artes para estudiantes con bajo rendimiento, mientras que para aquellos con alto rendimiento se sugiere un enfoque en competencias.⁽¹⁾

Educación matemática

En la educación matemática, uno de los principales problemas radica en asegurar que los estudiantes altamente dotados reconozcan la importancia del esfuerzo para alcanzar el éxito académico. Esto sugiere que los docentes deben ofrecer lecciones desafiantes que estimulen su motivación intrínseca. La comprensión de la motivación en el aprendizaje, abordada por la neurociencia, ofrece perspectivas valiosas para mejorar la enseñanza y el rendimiento en matemáticas.⁽¹⁰⁾

Se ha observado un progreso significativo en la motivación, interés, creatividad y aprendizaje de los futuros educadores en el campo de las matemáticas. Es crucial integrar en la enseñanza de las matemáticas métodos que fomenten la cooperación, la manipulación y la adaptación de materiales y recursos didácticos, garantizando su accesibilidad e inclusividad para todos los alumnos. Además, se destaca la importancia de que los docentes eliminen obstáculos al aprendizaje, ofreciendo propuestas educativas inclusivas en matemáticas y brindando apoyo personalizado a las necesidades de cada estudiante.⁽¹⁰⁾

Dificultad en la adquisición de competencias matemáticas

Las competencias matemáticas de los niños con trastornos del aprendizaje incluyen desafíos para comprender y recordar conceptos matemáticos, dificultades en el uso de herramientas informáticas y estrategias limitadas para resolver problemas. Además, estos niños tienden a requerir más tiempo para encontrar soluciones y muestran niveles elevados de errores en cálculos matemáticos. Varios estudios han señalado la influencia de factores familiares y del entorno social en el desarrollo de estos trastornos y su impacto en el desempeño académico.⁽³⁾

Es fundamental comprender los factores y principios que influyen en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, lo que resalta la importancia de que los docentes adquieran conocimientos en Neuroeducación.⁽⁶⁾

Neuroeducación

La importancia de entender más a fondo el cerebro radica en darse cuenta de que comprender sus funciones brinda una perspectiva renovada del proceso de aprendizaje, el cual se fundamenta en una red neuronal interrelacionada. Esto da lugar a enfoques educativos novedosos que consideran los aspectos.⁽¹¹⁾

El conocimiento de la anatomía y funcionamiento del cerebro permite a los educadores abordar la diversidad en el aula en el ámbito de la educación inclusiva. Por lo tanto, la neuroeducación debe considerar que el cerebro y la mente están intrínsecamente conectados, y cualquier dificultad puede afectar todos los procesos cerebrales, desde la percepción hasta la atención, la memoria y las emociones, entre otros.⁽¹¹⁾

La neuroeducación se enfoca en distintos aspectos educativos, como las destrezas y dificultades en el lenguaje y las matemáticas, la inteligencia social y emocional, así como los niveles de concentración de los alumnos. Un elemento clave es el progreso cognitivo de los niños en función de su edad, un principio fundamental en la pedagogía de Steiner, que sigue las fases de desarrollo según la edad. El término “neuroeducación” se emplea para hacer referencia a los aspectos educativos vinculados con estos temas presentes en los artículos.⁽¹²⁾

Las neurociencias educativas indican que los educadores deben potenciar habilidades cognitivas como la atención, la autorregulación y la memoria a través de prácticas educativas significativas. La integración de la neurociencia en la enseñanza contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas en los alumnos, según investigaciones en neuroeducación.⁽¹³⁾

Los métodos de aprendizaje actuales no abordan adecuadamente la conexión emocional del estudiante. La técnica de ABN busca explorar los mecanismos neurofisiológicos que influyen en las experiencias emocionales intensas, promoviendo la retención de la memoria a largo plazo. El ABN se apoya en una perspectiva cibernética y sistémica, enfatizando el papel clave de la amígdala en la activación y regulación del aprendizaje implícito.⁽⁸⁾

Durante la pandemia, la labor docente se hizo más complicada debido al amplio uso de tecnología y distintas estrategias, como la inversión de la clase y el aprendizaje en colaboración. Se destaca la importancia de conocer las bases neurológicas del aprendizaje para mejorar la enseñanza. Al comprender el funcionamiento del cerebro, los educadores pueden enfocarse en incrementar la retención de información de los alumnos, lo cual es fundamental en el aprendizaje basado en el cerebro.⁽⁵⁾

Es más preciso hablar de “discapacidad” en lugar de “diversidad funcional”. Las neurociencias ayudan a entender mejor a las personas con discapacidad. La interculturalidad promueve la inclusión y la armonía entre

distintas culturas, mientras que el multiculturalismo aborda la coexistencia de diversas culturas en un mismo entorno. La inclusión educativa se centra en eliminar barreras para la participación de todos los estudiantes, especialmente los más vulnerables. En neuroeducación, es crucial adaptar la enseñanza al estilo natural de aprendizaje, así como facilitar las conexiones sinápticas para mejorar el proceso educativo.⁽¹⁴⁾

Los principios y factores neuro-educativos no buscan establecer un modelo específico para enseñar y aprender matemáticas, sino asegurar su integración continua y adaptación a cualquier enfoque pedagógico que el educador emplee. Una limitación del estudio es la uniformidad de la muestra, ya que todos los profesores eran de la misma institución. Este trabajo resalta la necesidad de aplicar los hallazgos en la práctica, es decir, dirigir la investigación hacia un diseño experimental.⁽⁸⁾

Podemos mencionar procesos neuro-educativos que crean un ambiente emocionalmente positivo en el aula para facilitar el aprendizaje, ya que la amígdala, componente clave del cerebro emocional, influye significativamente en la adquisición de nuevos conocimientos. Además, los educadores pueden mejorar sus métodos de enseñanza al comprender los procesos de aprendizaje cerebrales y aplicar los principios de neuroeducación.⁽⁴⁾

La investigación en neurociencia tiene el potencial de revolucionar la educación al ajustar la enseñanza a las necesidades individuales de los alumnos. Este enfoque se sustenta en tres aspectos fundamentales: la efectividad del aprendizaje multisensorial, la capacidad veloz de procesamiento visual del cerebro y la inclinación de la generación Z por información visual y atractiva en breves lapsos de atención. Los educadores pueden combinar emociones y estímulos visuales para enriquecer el proceso de aprendizaje en el aula.⁽¹⁵⁾

Se reconoce que los videojuegos contienen elementos que pueden potenciar el aprendizaje al aumentar la motivación. La motivación se describe como la búsqueda de recompensas o estímulos químicos en el cerebro que generan el deseo de lograr un objetivo determinado.⁽¹⁶⁾

Los especialistas en neuroeducación están cobrando más relevancia en los debates educativos al considerar las inquietudes sobre los medios digitales y desafiar la predominancia digital en la sociedad. Se plantea que, en el actual panorama del conocimiento, los líderes en neurociencia son esenciales como expertos en lo digital.⁽¹⁶⁾

La neuroeducación, en especial, busca promover la comunicación entre expertos y profesionales en los ámbitos de la neurociencia y la educación, y estimular colaboraciones interdisciplinarias.⁽⁶⁾

Los educadores enfrentan el desafío de integrar los diferentes aspectos del desarrollo y comportamiento de los niños. Aunque algunos creen que el conocimiento detallado de los procesos cognitivos y neuronales no es esencial para la educación, otros sostienen que comprender conceptualmente la mente y el cerebro en desarrollo puede ayudar a los maestros a observar y abordar de manera más efectiva las necesidades de los estudiantes en el aula.⁽⁶⁾

Es crucial destacar que la neuroeducación no debe ser prescriptiva; es decir, no debe decirles a los profesores qué hacer en situaciones específicas basadas únicamente en conocimientos neurocientíficos. Entonces, la neuroeducación debe centrarse en la traducción conceptual, ofreciendo un marco más amplio para comprender cómo aprenden y se desarrollan los niños.⁽⁶⁾

Matemáticas y neurociencias

Los neuromitos y neuroedumitos son conceptos que se refieren a la difusión de información errónea sobre neurociencia en el ámbito educativo. Mientras que los neuromitos son propagados por docentes sin conocimientos en neurociencia, los neuroedumitos provienen de profesionales que hacen afirmaciones basadas en la neurociencia, pero sin respaldo científico en educación.⁽¹⁾

Estos resultados contribuyen a la comprensión del proceso de aprendizaje matemático en el cerebro, abogando por el empleo de enfoques pedagógicos que prioricen al estudiante, conocidos como metodologías innovadoras, con el fin de fomentar el desarrollo del pensamiento lógico-matemático de manera inclusiva para todos los estudiantes.⁽¹⁰⁾

Este artículo argumenta que la persistencia de neuromitos se debe a diversos factores, incluyendo la confusión entre diferentes disciplinas neurológicas y los campos de las ciencias del comportamiento y la educación; incluso, la investigación en neuroimagen cognitiva ha producido hallazgos científicamente importantes pero que no son directamente aplicables en el entorno educativo.⁽⁶⁾

Después de aplicar el programa, se ha observado una mejora significativa en las habilidades de lectura, matemáticas y empatía de los estudiantes. Estos resultados respaldan la efectividad de integrar principios de neuroeducación en el aula y destacan la importancia de incluir conocimientos de neurociencia en la formación de docentes para mejorar las competencias clave de los estudiantes.⁽¹¹⁾

La figura 2 evidencia una mejora significativa en la competencia matemática en el grupo experimental 1 con formación docente basado en la neuroeducación, en comparación con el experimental 2 con menor porcentaje de formación neuro educativa y grupo control.

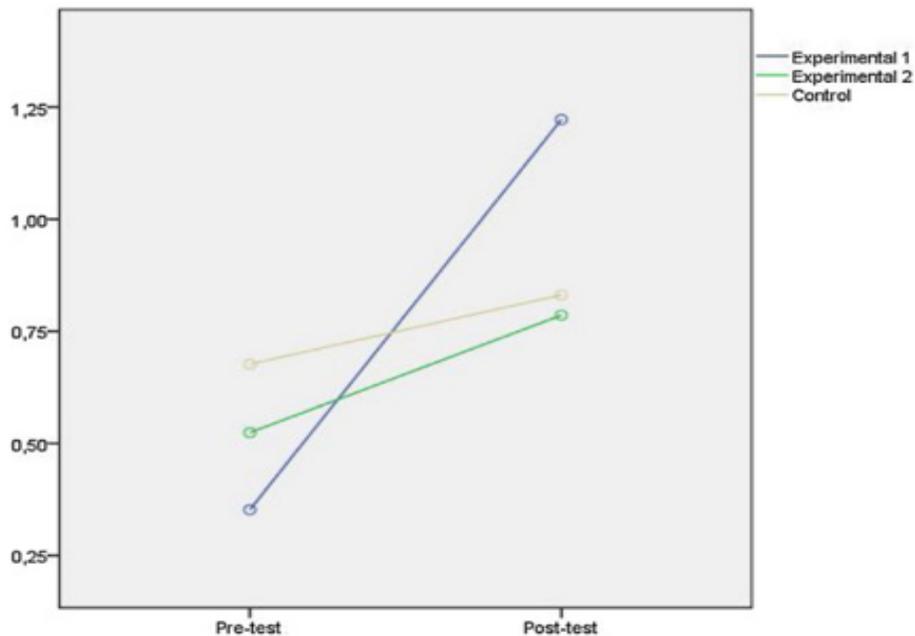


Figura 2. Resultados de los programas de formación docente en neuroeducación.

Nota: Tomado de Brain Knowledge and predictors of neuromyths among teachers in Morocco (p. 5)^(9,11)

La neurociencia y la neuroeducación son campos de estudio relevantes para la innovación en la educación. La neuroeducación promueve el avance de los sistemas educativos, lo que implica que los futuros maestros deben adquirir habilidades avanzadas en pensamiento crítico, cooperación y tecnología. Este estudio busca explorar la relación entre las habilidades docentes, incluyendo la competencia intercultural y el uso de la tecnología, y la neuroeducación.⁽⁵⁾

Los autores resaltan que la neuroeducación mejora el aprendizaje en las escuelas. Mora destaca la importancia de actividades sensoriales y emocionales; Segovia menciona cómo la neurociencia ayuda a los docentes a diseñar actividades efectivas; Cosenza y Guerra destacan la investigación del desarrollo cerebral y el uso de tecnología en la educación, resaltando la necesidad de habilidades tecnológicas para un aprendizaje óptimo.⁽⁵⁾

La tarea del educador abarca el estímulo del progreso cognitivo, la independencia y la capacidad creativa de los alumnos, así como el impulso de habilidades mentales cruciales para el aprendizaje de las matemáticas.⁽¹⁷⁾

Se busca mejorar la enseñanza considerando las características neuropsicológicas. A pesar de las responsabilidades, el conocimiento del cerebro permite usar tecnología. Los neurocientíficos estudian cómo se desarrollan las operaciones lógicas y los cambios cerebrales. Goel destaca la importancia de desarrollar ambos hemisferios cerebrales para resolver problemas del mundo real.⁽¹⁷⁾

La educación debe considerar tanto el desarrollo cognitivo como el emocional, fortaleciendo las habilidades socioemocionales. A pesar de los desafíos como la infraestructura escolar deficiente y altas tasas de deserción, los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes PEIE indican un bajo rendimiento en lectura, matemáticas y ciencias, lo que destaca la necesidad de mejorar el sistema educativo para lograr una educación de calidad.⁽¹⁸⁾

RESULTADOS

Tabla 1. Neuroeducación y matemáticas

Autor	Tipo de estudio	Población	Conclusión
Procopio M, Fernández L, Yáñez B, Fernández R.	El estudio cualitativo proporciona información valiosa para mejorar la enseñanza del pensamiento lógico matemático en el contexto de la educación inicial. ⁽⁷⁾	53 estudiantes de Educación Infantil realizaron 10 proyectos sobre Desarrollo del Pensamiento Lógico-Matemático y su Enseñanza, enfocados en niños de 3 a 6 años con necesidades especiales de apoyo educativo.	Los estudiantes de magisterio están satisfechos con la metodología, lo que muestra que pueden enseñar matemáticas a estudiantes con necesidades especiales.

Caballero Llorent V. M.	Este estudio cuantitativo, descriptivo analiza datos numéricos para obtener conclusiones objetivas sobre relaciones entre variables como edad y género, informando futuras investigaciones y decisiones educativas. ⁽¹⁹⁾	Se involucro a 209 estudiantes de primer año de Educación Secundaria, de tres colegios en la misma localidad de España, con edades promedio de 12,18 años.	La intervención tuvo un efecto significativo en la lectura, matemáticas y empatía en ambos grupos, resaltando la importancia de la neuroeducación en la escuela y sus implicaciones en políticas educativas y prácticas docentes.
Grant J, Siegel L, D'Angiulli A	Estudio cuantitativo, descriptivo con el propósito de evaluar los perfiles cognitivos de los individuos, dividiéndolos en tres grupos según su discapacidad. ⁽²⁰⁾	Se evalúa los perfiles cognitivos de 360 individuos, con una edad promedio de 25,79 años y una desviación estándar de 13,65. Estos individuos se dividen en tres grupos: discapacidad en lectura solo (grupo RD), en matemáticas solo (grupo MD), y en ambas (grupo MDRD).	Se plantea una conexión entre las deficiencias en lectura y matemáticas y anomalías cerebrales. Este enfoque busca mejorar las intervenciones para quienes tienen problemas en ambos ámbitos.
Taghizadeh S, Hashemi T, Jahan A, Nazari M	Estudio cuantitativo, descriptivo para comprender y caracterizar las dificultades específicas que enfrentan en las áreas de lectura y matemáticas. ⁽²¹⁾	Se tomo en cuenta a 36 participantes, con preferencia por usar la mano derecha fueron divididos en grupos de alto y bajo rendimiento, para realizar una tarea aritmética con dígitos del 1 al 9. para analizar precisión, tiempos de reacción y amplitud de la negatividad.	El grupo de alto rendimiento tuvo mejores respuestas y actividad cerebral diferente al grupo de bajo rendimiento; más en la región parietal y menos en las regiones frontal y prefrontal.
Ballesta Ayllón Gómez I. J. M.	Estudio cuantitativo descriptivo, con la finalidad de investigar y proponer una estrategia neuro didáctica que permita lograr un cambio conceptual efectivo entre los estudiantes universitarios de pregrado. ⁽²²⁾	Este estudio está compuesto por 171 estudiantes universitarios de pregrado que participaron en la investigación.	Subraya la importancia de la experimentación y el uso de recursos visuales en la enseñanza de fisicomatemáticas, ofreciendo un nuevo enfoque para el aprendizaje científico.
Martin González Álvarez Santiago S. K. A. A.	Estudio cuantitativo, descriptivo con el propósito de examinar la relación entre habilidades matemáticas y factores como funciones ejecutivas, inteligencia emocional y hábitos de estudio en niños. ⁽²³⁾	Este estudio consistió en 70 estudiantes, de entre 9 y 12 años, provenientes de cinco colegios de la Comunidad Autónoma del País Vasco en España.	Se muestra que las habilidades matemáticas se vinculan con funciones ejecutivas, hábitos de estudio e inteligencia emocional; También es crucial adaptar las intervenciones según cada habilidad.
Pérez C, Calle F, Vega M	Estudio cuantitativo, predictivo para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje utilizando la neuro didáctica, que se basa en el funcionamiento del cerebro. ⁽²⁴⁾	Se utilizo datos de 698 estudiantes, logrando predecir su rendimiento en la neuro didáctica con una precisión superior al 99 %.	Se identificó 7 características clave relacionadas con la neuro didáctica y el aprendizaje constructivista, ofreciendo la posibilidad de predecir el rendimiento estudiantil y monitorear su progreso en tiempo real.
Caurcel Crisol Gallardo C. M. E.	Estudio cuantitativo, descriptivo para analizar las percepciones y actitudes de los estudiantes de la especialidad de Matemáticas. ⁽²⁵⁾	El estudio está compuesto por 73 estudiantes de matemáticas inscritos en el Máster de Profesorado de Educación Secundaria.	Los estudiantes muestran actitudes positivas hacia la diversidad e inclusión, influenciados por el contacto con personas con discapacidad, lo que sugiere la importancia de una formación sólida en este ámbito para mejorar su preparación pedagógica.
Lepore Capone R. M.	Estudio de tipo cualitativo, cuantitativo con el propósito de comprender el impacto de la transición a la enseñanza completamente remota durante el segundo año en el estatus de los estudiantes de la Universidad de Salerno. ⁽²⁶⁾	Compuesto por un enfoque de métodos mixtos, lo que implica la combinación de diferentes métodos de investigación, como la recopilación de datos, para abordar de manera integral el impacto de la enseñanza en la Universidad de Salerno.	la educación a distancia y otros factores sociales afectan negativamente la motivación y el rendimiento de estudiantes universitarios de matemáticas, a pesar de las estrategias de enseñanza implementadas y el uso de tecnología.

Este estudio destaca la influencia de las neurociencias en la adquisición de competencias matemáticas, revelando un desarrollo significativo en esta área en las escuelas experimentales después de la intervención, con un tamaño del efecto mayor en estos grupos. Además, se observaron diferencias positivas en competencias sociales, emocionales y morales entre las escuelas, sugiriendo que las estrategias basadas en neurociencias no solo mejoran las habilidades matemáticas, sino que también tienen un impacto positivo en el desarrollo de habilidades sociales y emocionales en el contexto escolar.

DISCUSIÓN

El presente estudio señala la importancia del trabajo colaborativo entre estudiantes de educación para mejorar la enseñanza de las matemáticas en niños con Necesidades Educativas Especiales (NEE). Esto subraya la necesidad crítica de una sólida formación neuro educativa para los futuros docentes, permitiéndoles comprender cómo funciona el cerebro de los estudiantes en la adquisición de las matemáticas. Al dotar a los docentes con herramientas didácticas y conocimientos neuro educativos, se promueve una educación inclusiva que considera las diversas necesidades de los estudiantes, abordando también dificultades como la discalculia.

La neuroeducación emerge como una poderosa herramienta para mejorar el rendimiento estudiantil, como evidencia el estudio al demostrar un efecto significativo de la intervención neuro educativa en la competencia lectora, matemática y la empatía de los estudiantes. Estos resultados subrayan el potencial de la neuroeducación para promover un desarrollo integral en áreas académicas y socioemocionales, lo cual tiene implicaciones profundas para las políticas educativas, la formación docente y la práctica escolar. Es fundamental integrar enfoques neuro educativos en la formación y desarrollo profesional de los docentes, lo que podría conducir a mejoras sustanciales en el desempeño estudiantil y en la experiencia educativa en general.

Por otro lado, el estudio también resalta la necesidad de abordar las dificultades específicas en matemáticas, como la discalculia, que ha sido subestimada en comparación con las discapacidades en lectura. La brecha observada en la investigación educativa sugiere una falta de atención y recursos dedicados a comprender y abordar las dificultades en matemáticas. Aquí es donde la neuroeducación puede jugar un papel crucial al ofrecer nuevas perspectivas y estrategias para apoyar a los estudiantes con discapacidades en el aprendizaje de las matemáticas. Al cerrar esta brecha en la investigación y mejorar la calidad de la educación inclusiva, la neuroeducación podría catalizar avances significativos en la igualdad de oportunidades educativas.

Estudios han determinado que el dominio de las matemáticas influye en la actividad neuronal, especialmente en la formación de expectativas automáticas. Estos hallazgos subrayan la importancia de comprender cómo el cerebro procesa y responde a los estímulos matemáticos, lo que puede tener implicaciones significativas tanto en contextos educativos como clínicos. Además, ofrecen insights valiosos sobre los procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas matemáticos, lo que podría guiar futuras intervenciones para mejorar el rendimiento académico y la salud mental.

Se han encontrado investigaciones que revelan la relación entre el cálculo y las habilidades de memoria de trabajo (MPR), funciones ejecutivas (EF), inteligencia emocional (EI) y salud mental (SHT) en niños de 9 a 12 años. Si bien no se encontraron diferencias significativas según el nivel socioeconómico, los resultados sugieren una asociación entre el rendimiento en cálculo y diversas habilidades cognitivas. Esto resalta la importancia de considerar no solo el rendimiento académico en matemáticas, sino también las habilidades cognitivas relacionadas, al diseñar intervenciones educativas para mejorar el aprendizaje y el desarrollo cognitivo de los niños en edad escolar.

Por otra parte, cabe resaltar que la difusión de neuromitos en la educación y su impacto en la comprensión del aprendizaje matemático destacan la necesidad urgente de integrar principios de neuroeducación en la formación docente. A pesar de los desafíos, la investigación actual respalda la efectividad de estos enfoques, lo que subraya la importancia de adoptar prácticas pedagógicas centradas en el estudiante para mejorar el desarrollo de habilidades matemáticas en todos los alumnos.

Frente a las implicaciones de la neurociencia en el aprendizaje y la memoria se discute cómo la capacidad del cerebro para aprender depende del número de neuronas y de la riqueza de la conectividad entre ellas ofrece una perspectiva interesante sobre el papel de la experiencia previa en el aprendizaje matemático. Estos hallazgos sugieren que la promoción de experiencias de aprendizaje enriquecedoras, emocionalmente positivas y motivadoras puede favorecer la formación de redes neuronales y, por lo tanto, mejorar la memoria y el aprendizaje. Esto tiene implicaciones significativas para la educación, ya que sugiere que el diseño de entornos de aprendizaje que fomenten experiencias de aprendizaje positivas puede potenciar el rendimiento académico y el bienestar emocional de los estudiantes.

Este estudio destaca cómo la neurociencia puede informar prácticas pedagógicas efectivas, promoviendo actividades sensoriales y emocionales, el diseño de actividades basadas en la investigación del desarrollo cerebral y el uso de la tecnología para optimizar el aprendizaje. Al comprender las características neuropsicológicas de los alumnos, los educadores pueden utilizar estrategias basadas en evidencia para mejorar el rendimiento y el compromiso de los estudiantes en las matemáticas.

CONCLUSIONES

La investigación en neurociencia revela que el cerebro es altamente adaptable y receptivo al entorno, lo que implica que las estrategias pedagógicas pueden aprovechar la plasticidad cerebral para mejorar la comprensión y retención de conceptos matemáticos. Además, el conocimiento de conceptos como las neuronas espejo y los procesos neuroquímicos subyacentes al aprendizaje ofrece una base valiosa para diseñar intervenciones educativas efectivas.

A pesar de la introducción de técnicas como el Aprendizaje Basado en Neurociencia, el sistema educativo enfrenta desafíos significativos en la integración de la diversidad cultural, las preferencias de aprendizaje y la aplicación efectiva de la neurociencia. La presencia de neuromitos entre los educadores complica aún más estos desafíos éticos y prácticos, afectando la calidad de la enseñanza.

Las barreras principales en el sistema educativo que obstaculizan la adquisición de competencias matemáticas en preescolares incluyen la falta de reconocimiento del esfuerzo para el éxito académico, la necesidad de métodos de enseñanza más inclusivos y la atención a las necesidades específicas de los niños con trastornos del aprendizaje. Superar estos desafíos requiere un enfoque integral que combine la comprensión de la neurociencia con prácticas pedagógicas adaptadas y un compromiso renovado con la equidad educativa.

La efectividad de las estrategias neuro educativas en la enseñanza de matemáticas en preescolares depende de comprender la conexión entre el cerebro y el aprendizaje. La neurociencia educativa proporciona un marco para mejorar la retención de la información y promover un ambiente de aprendizaje efectivo. Sin embargo, para garantizar una educación de calidad, es crucial abordar desafíos como la infraestructura escolar deficiente y las altas tasas de deserción, y evaluar estas estrategias en función de resultados tangibles, como el rendimiento académico y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Racionero-Plaza S, Flecha R, Carbonell S, Rodríguez-Oramas A. Neuroedumyths: A Contribution from Socioneuroscience to the Right to Education for All. *Qualitative Research in Education*. 28 de febrero de 2023;12(1):1-24.
2. Espinoza Freire EE. Estrategia metodológica para la interculturalidad en la formación docente. *Revista Universidad y Sociedad*. junio de 2020;12(2):369-79.
3. Fathiazar E, Mani A, Adib Y, Sharifi Z. Effectiveness of an educational neuroscience-based curriculum to improve academic achievement of elementary students with mathematics learning disabilities. *Res Dev Med Educ*. 21 de octubre de 2020;9(1):18-18.
4. Espinoza FHR, Cervantes RE. Revisión Bibliográfica: La Metodología del Aprendizaje basado en la Investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 9 de marzo de 2021;5(1):1079-93.
5. Espinoza LAV, Martínez MEM, Gámez MR. Neuro Education InTimes Of Virtuality. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology*. 25 de agosto de 2021;18(08):4708-17.
6. Jolles J, Jolles DD. On Neuroeducation: Why and How to Improve Neuroscientific Literacy in Educational Professionals. *Front Psychol [Internet]*. 3 de diciembre de 2021 [citado 27 de junio de 2024];12. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2021.752151/full>
7. Procopio M, Fernandes L, Yáñez B, Fernández R. Cooperative work and neuroeducation in mathematics education of future teachers: A good combination? *Frontiers in Psychology [Internet]*. 2022;13. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2022.1005609>
8. Dorantes-González DJ. Foundations of Neuroscience-Based Learning. En: Chechurin L, editor. *Digital Teaching and Learning in Higher Education: Developing and Disseminating Skills for Blended Learning [Internet]*. Cham: Springer International Publishing; 2022 [citado 27 de junio de 2024]. p. 1-27. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-031-00801-6_1
9. Janati Idrissi A, Alami M, Lamkaddem A, Souirti Z. Brain knowledge and predictors of neuromyths among teachers in Morocco. *Trends in Neuroscience and Education*. 1 de septiembre de 2020;20:100135.
10. Procopio M, Fernandes Procopio L, Yáñez-Araque B, Fernández-César R. Cooperative work and neuroeducation in mathematics education of future teachers: A good combination? *Front Psychol [Internet]*. 23 de diciembre de 2022 [citado 27 de junio de 2024];13. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2022.1005609/full>

11. Caballero M, Llorent VJ. The effects of a teacher training program on neuroeducation in improving reading, mathematical, social, emotional and moral competencies of secondary school students. A two-year quasi-experimental study. *Revista de Psicodidáctica (English ed)*. 1 de julio de 2022;27(2):158-67.
12. Mavrelou M, Daradoumis T. Exploring Multiple Intelligence Theory Prospects as a Vehicle for Discovering the Relationship of Neuroeducation with Imaginative/Waldorf Pedagogy: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*. noviembre de 2020;10(11):334.
13. Valdés-Villalobos B, Lazzaro-Salazar M. Neuroeducation, Classroom Interventions and Reading Comprehension: A Systematic Review of the 2010-2022 Literature. *Journal of Curriculum and Teaching*. 17 de febrero de 2023;12(1):261.
14. Fernández IMG, Fernández HS, Regalado MEA, Iglesias ML. Educar en la escuela infantil del siglo XXI: diálogo, inclusión y tecnología. 1 de diciembre de 2021;7(2):75-88.
15. Delgado HOK, Fay A de A, Sebastiany MJ, Silva ADC. Artificial intelligence adaptive learning tools: The teaching of English in focus. *BELT - Brazilian English Language Teaching Journal*. 31 de diciembre de 2020;11(2):e38749-e38749.
16. Forsler I, Guyard C. Screens, teens and their brains. Discourses about digital media, learning and cognitive development in popular science neuroeducation. *Learning, Media and Technology*. 2023;0(0):1-14.
17. Sheromova TS, Khuziakmetov AN, Kazinets VA, Sizova ZM, Buslaev SI, Borodianskaia EA. Learning Styles and Development of Cognitive Skills in Mathematics Learning. *EURASIA J Math Sci Tech Ed*. 8 de septiembre de 2020;16(11):em1895.
18. Hoyos CFE, Rivero GEA. Emotional Education: A New Paradigm. *Journal of Higher Education Theory and Practice [Internet]*. 6 de junio de 2022 [citado 27 de junio de 2024];22(4). Disponible en: <https://articegateway.com/index.php/JHETP/article/view/5179>
19. Caballero M, Llorent V. The effects of a teacher training program on neuroeducation in improving reading, mathematical, social, emotional and moral competencies of secondary school students. A two-year quasi-experimental study. *Revista de Psicodidáctica (English ed)*. 2022;27(2):158-67.
20. Grant J, Siegel L, D'Angiulli A. From Schools to Scans: A Neuroeducational Approach to Comorbid Math and Reading Disabilities. *Frontiers in Public Health [Internet]*. 2020;8. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2020.00469>
21. Taghizadeh S, Hashemi T, Jahan A, Nazari MA. The neural differences of arithmetic verification performance depend on math skill: Evidence from event-related potential. *Neuropsychopharmacology Reports*. 2021;41(1):73-81.
22. Ballesta J, Ayllón M, Gómez I. A Revisited Conceptual Change in Mathematical-Physics Education from a Neurodidactic Approach: A Pendulum Inquiry. *Mathematics*. 2021;9(15):1755.
23. Martín K, González A, Álvarez A, Santiago S. Involvement of executive functions, emotional intelligence, and study habits in mathematical problem-solving and calculation in elementary school. *Revista de Psicodidáctica (English ed)*. 2023;28(2):145-52.
24. Pérez C, Calle F, Vega M. Learning analytics to predict students' performance: A case study of a neurodidactics-based collaborative learning platform. *Educ Inf Technol*. 2022;27(9):12913-38.
25. Caurcel M, Crisol E, Gallardo C. Mathematics Preservice Trainee Teachers' Perceptions of Attention to Diversity in Initial Training as Secondary Education Teachers. *Mathematics*. 2021;9(14):1697.
26. Lepore M, Capone R. The impact of changing environment on undergraduate mathematics students' status. *EUR J SCI MATH ED*. 2023;11(4):672-89.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Mérida Lucía López Cabrera.

Curación de datos: Carmen Elena López Maldonado.

Análisis formal: Teófilo Mesías Morocho Calle.

Investigación: Mérida Lucía López Cabrera.

Metodología: Carmen Elena López Maldonado.

Administración del proyecto: Teófilo Mesías Morocho Calle.

Recursos: Alba Verónica Vargas Sánchez.

Software: Mérida Lucía López Cabrera.

Supervisión: Carmen Elena López Maldonado.

Validación: Teófilo Mesías Morocho Calle.

Visualización: Alba Verónica Vargas Sánchez.

Redacción - borrador original: Mérida Lucía López Cabrera.

Redacción - revisión y edición: Carmen Elena López Maldonado.