

## La neurodidáctica aplicada a la resolución de problemas matemáticos, en los estudiantes del séptimo grado de EGB de la unidad educativa Ciudad de Ibarra

### Neurodidactics applied to the resolution of mathematical problems, in seventh grade students of the educational unit Ciudad de Ibarra

Carmen del Cisne Cupuerán Valencia<sup>1</sup> ([cdcuperanv@ube.edu.ec](mailto:cdcuperanv@ube.edu.ec)) (<https://orcid.org/0009-0003-1460-9634>)

María Cecilia Rojas Alvarez<sup>2</sup> ([mcrojasa@ube.edu.ec](mailto:mcrojasa@ube.edu.ec)) (<https://orcid.org/0009-0002-7554-1162>)

Wilber Ortiz Aguilar<sup>3</sup> ([wortiza@ube.edu.ec](mailto:wortiza@ube.edu.ec)) (<https://orcid.org/0000-0002-7323-6589>)

### Resumen

La integración de la neurociencia cognitiva en la educación ha generado un interés creciente debido a su potencial para mejorar el aprendizaje. Este estudio tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar el impacto, de una estrategia basada en neurodidáctica en la habilidad de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de séptimo grado. La muestra estuvo compuesta por 57 estudiantes de unidad educativa Ciudad de Ibarra, divididos en un grupo experimental y un grupo de control, junto con la participación de 7 docentes cuyas percepciones y sugerencias fueron fundamentales en el diseño e implementación de la estrategia. Se utilizó un diseño cuasiexperimental y se aplicaron pruebas estadísticas, incluida la prueba de Wilcoxon, para analizar los datos recopilados. Los resultados mostraron una mejora significativa en la habilidad de resolución de problemas en el grupo experimental, respaldando la efectividad de la estrategia neurodidáctica. Además, la satisfacción de los docentes, calculada mediante la técnica Iadov, y sus percepciones positivas destacaron la relevancia de este enfoque en el aula. Estos hallazgos sugieren que la neurodidáctica puede ser una herramienta valiosa para promover un aprendizaje más efectivo y significativo en el campo de las matemáticas, destacando la importancia de seguir explorando y desarrollando este campo interdisciplinario.

**Palabras clave:** neurodidáctica, resolución de problemas, matemáticas, enseñanza, estrategias educativas.

### Abstract

The integration of cognitive neuroscience in education has generated a growing interest due to its potential to improve learning. This study aimed to design, implement and evaluate the impact of a

<sup>1</sup> Unidad educativa Ciudad de Ibarra, Ibarra, Ecuador

<sup>2</sup> Unidad educativa Ciudad de Ibarra, Ibarra, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad Bolivariana del Ecuador, 092405 Durán, Ecuador

strategy based on neurodidáctica on mathematical problem-solving skills in seventh grade students. The sample consisted of 57 students from the unidad educativa Ciudad de Ibarra, divided into an experimental group and a control group, together with the participation of 7 teachers whose perceptions and suggestions were fundamental in the design and implementation of the strategy. A quasi-experimental design was used and statistical tests, including the Wilcoxon test, were applied to analyze the data collected. The results showed a significant improvement in problem-solving skills in the experimental group, supporting the effectiveness of the neurodidactic strategy. In addition, teachers' satisfaction, calculated using the Iadov technique, and their positive perceptions highlighted the relevance of this approach in the classroom. These findings suggest that neurodidactics can be a valuable tool to promote more effective and meaningful learning in the field of mathematics, highlighting the importance of further exploring and developing this interdisciplinary field.

**Key words:** neurodidactics, problem solving, mathematics, teaching, educational strategies.

## Introducción

En el ámbito educativo, la resolución de problemas se ha reconocido como una habilidad fundamental para el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de enfrentar desafíos en diversas áreas de la vida. Específicamente, en el contexto de la educación general básica (EGB), la adquisición de esta habilidad es crucial para el éxito académico y la preparación integral de los estudiantes (Gamarra & Pujay, 2021).

La habilidad en la resolución de problemas capacita a los estudiantes para enfrentarse de manera efectiva a situaciones complejas en diversos contextos. Según Mateus-Nieves y Devia (2021) “la resolución de problemas es una habilidad cognitiva básica que permite a los individuos adaptarse y prosperar en entornos cambiantes” (p.32). Esta capacidad no solo implica encontrar soluciones prácticas a desafíos específicos, sino también desarrollar el pensamiento crítico, la creatividad y la toma de decisiones informadas.

La importancia de la resolución de problemas en la educación se refleja en la vida cotidiana y en el ámbito laboral. Como señala Schoenfeld (2016), “la resolución de problemas es una habilidad indispensable en la sociedad actual, donde los problemas son cada vez más complejos y requieren soluciones innovadoras” (p. 25). Los individuos que poseen habilidades sólidas en la resolución de problemas están mejor preparados para enfrentarse a los desafíos del mundo real y contribuir de manera significativa a su entorno.

En el contexto educativo, la resolución de problemas va más allá de la simple aplicación de algoritmos o fórmulas. Según Khalid et al. (2020), “resolver un problema matemático significa buscar un camino, encontrar un camino, y, si es necesario, encontrar otro camino” (p.272). Esta

definición destaca la naturaleza exploratoria y creativa del proceso de resolución de problemas, que involucra la aplicación de estrategias flexibles y la capacidad de pensar de manera crítica y analítica. Además, la resolución de problemas fomenta el desarrollo del pensamiento metacognitivo, lo cual permite a los estudiantes reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento y ajustar sus enfoques en función de los resultados obtenidos (Schoenfeld, 2017). Esto les brinda la oportunidad de aprender de sus errores y mejorar continuamente sus habilidades en la resolución de problemas.

En este sentido, la neurodidáctica ha surgido como un enfoque prometedor que integra los conocimientos de la neurociencia con la pedagogía, con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Lozano et al., 2023). Al aprovechar la comprensión de cómo funciona el cerebro, la neurodidáctica ofrece estrategias efectivas para optimizar la adquisición de conocimientos y habilidades.

La neurodidáctica representa una fusión entre la neurociencia y la educación, que aprovecha los avances en la comprensión del cerebro para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta disciplina reconoce la importancia de entender cómo funciona el cerebro para diseñar estrategias pedagógicas efectivas que estimulen el aprendizaje significativo en los estudiantes (Malsagova, 2020).

La neurodidáctica se fundamenta en la idea de que el cerebro es altamente adaptable y plástico, capaz de cambiar su estructura y función en respuesta a la experiencia y el aprendizaje (Chojak, 2018). Esta plasticidad cerebral significa que los educadores tienen la oportunidad de influir en el desarrollo cognitivo de los estudiantes mediante la aplicación de principios neurocientíficos en el aula.

Además, la neurodidáctica reconoce la importancia de la emoción y la motivación en el proceso de aprendizaje. Según Lucas-Oliva et al. (2022), las emociones son fundamentales para el aprendizaje, porque modulan la atención, la memoria y el aprendizaje. Al comprender cómo las emociones afectan el funcionamiento del cerebro, los educadores pueden diseñar actividades educativas que generen un ambiente emocionalmente positivo y propicio para el aprendizaje.

La necesidad de crear estrategias neurodidácticas para mejorar la habilidad de resolución de problemas matemáticos radica en la comprensión de los fundamentos neurocientíficos del aprendizaje y cómo estos pueden optimizar los procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas. Acorde con Sheromova et al. (2020), los fundamentos neurocientíficos del aprendizaje matemático sugieren que la comprensión conceptual y la automatización de habilidades son aspectos clave para mejorar el rendimiento en matemáticas.

Las estrategias neurodidácticas pueden ayudar a abordar estos aspectos al proporcionar experiencias de aprendizaje que sean compatibles con la forma en que el cerebro procesa y organiza la información. Por ejemplo, la utilización de métodos de enseñanza activos y contextualizados puede promover una mayor retención de conceptos matemáticos al involucrar múltiples sistemas de memoria y aprendizaje (Lekati & Doukakis, 2022).

Además, la atención y la motivación juegan un papel crucial en el proceso de resolución de problemas matemáticos. Según Procopio et al. (2022) la activación de los sistemas de recompensa y motivación en el cerebro puede mejorar significativamente el rendimiento en tareas cognitivas. Por lo tanto, las estrategias neurodidácticas deben incluir elementos que capten el interés de los estudiantes y los motiven a participar activamente en la resolución de problemas matemáticos.

Investigaciones recientes han señalado que el diseño de estrategias de enseñanza que tengan en cuenta los principios neurocientíficos puede impactar positivamente en la adquisición de habilidades matemáticas (Howard-Jones y Jay, 2016; Lekati & Doukakis, 2022; Ramírez, 2020). La comprensión de cómo el cerebro procesa la información y se involucra en el aprendizaje matemático puede ofrecer nuevas perspectivas para abordar desafíos específicos, como la resolución de problemas. Además, estudios como el de Dumontheil et al. (2010) han destacado la importancia de considerar la madurez del cerebro y los cambios neurobiológicos durante la adolescencia al diseñar intervenciones educativas. La neurodidáctica puede adaptar las estrategias de enseñanza para aprovechar los períodos de plasticidad cerebral y facilitar un aprendizaje más efectivo.

En el ámbito específico de la resolución de problemas matemáticos, el estudio de Leikin et al. (2014) destaca la importancia de desarrollar estrategias metacognitivas y la conciencia de las estrategias de resolución de problemas en el proceso de aprendizaje matemático. La neurodidáctica puede integrar estos hallazgos para mejorar la efectividad de las estrategias de enseñanza aplicadas a la resolución de problemas.

El presente estudio tiene como objetivo desarrollar una estrategia basada en la neurodidáctica para mejorar la habilidad de resolución de problemas en estudiantes de séptimo grado de EGB. Para lograr este propósito, se llevará a cabo una investigación que combinará métodos cualitativos y cuantitativos, así como la participación activa de docentes como colaboradores clave en el proceso.

## **Materiales y métodos**

Para este estudio, se llevó a cabo una investigación de tipo cuantitativo con un enfoque mixto, que combinó elementos de la neurociencia cognitiva, la pedagogía y la psicología educativa. Se

empleó un diseño cuasiexperimental dentro del marco de un estudio experimental. El diseño de investigación siguió el esquema.

GE (grupo experimental):  $O_1 \ X \ O_2$

GC (grupo control):  $O_1 \ - \ O_2$

Donde X representa la variable independiente,  $O_1$  indica la medición previa a la intervención y  $O_2$  la medición posterior.

El estudio se centró en dos variables principales, la variable independiente que fue la implementación de una estrategia basada en neurodidáctica para mejorar la habilidad de resolución de problemas en matemáticas, y la variable dependiente que fue la mejora en la habilidad de resolución de problemas en matemáticas de los estudiantes de séptimo grado de la unidad educativa Ciudad de Ibarra.

La población de estudio comprendió 57 estudiantes de séptimo grado de la unidad educativa Ciudad de Ibarra, divididos en dos grupos: el grupo A (experimental) con 28 estudiantes y el grupo B (de control) con 29. Además, se entrevistaron a 7 docentes para obtener información sobre las prácticas pedagógicas y percepciones sobre el aprendizaje de los estudiantes. Las entrevistas con los docentes proporcionaron información clave para la elaboración de la estrategia, tomando en cuenta las mejores prácticas identificadas.

Durante un período de 16 semanas del año 2023, se implementó la estrategia neurodidáctica en el grupo experimental, mientras que el grupo de control recibió instrucción habitual. Las actividades diseñadas se integraron en el currículo regular de matemáticas, basadas en los principios neurodidácticos. Se realizaron sesiones de clase estructuradas para práctica y aplicación, con participación activa de los estudiantes y retroalimentación constante. Además, se llevaron a cabo actividades complementarias para estimular el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Se mantuvo un registro detallado del progreso estudiantil para evaluar el impacto de la estrategia neurodidáctica en la habilidad de resolución de problemas en matemáticas.

Se evaluaron cinco dimensiones relacionadas con la habilidad de resolución de problemas en matemáticas, como se detalla en la tabla 1, para determinar los niveles de logro: Logrado (A), En proceso (B) y en Inicio (C) en ambos grupos, según las competencias matemáticas evaluadas mediante los indicadores presentados en la tabla.

Tabla 1. Dimensiones e indicadores para evaluar la variable habilidad de resolución de problemas

Dimensión	Indicadores	Categorías
Comprensión del problema	- Reconocimiento del enunciado del problema	Inicio
	- Identificación de la información relevante	En proceso
	- Interpretación completa del problema	Logrado
Traduce cantidades a expresiones numéricas	- Conversión de situaciones problemáticas en expresiones numéricas	Inicio
	- Transformación de problemas verbales a ecuaciones o expresiones matemáticas	En proceso
	- Correcta traducción de cantidades y relaciones a términos numéricos	Logrado
Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo	- Aplicación de estrategias para estimar resultados	Inicio
	- Utilización de métodos de cálculo eficientes	En proceso
	- Empleo de procedimientos precisos y organizados para el cálculo	Logrado
Razonamiento y justificación	- Respuestas sin justificación	Inicio
	- Intento de explicar el razonamiento	En proceso
	- Explicación clara y lógica con justificaciones	Logrado
Creatividad en la resolución	- Utilización de métodos estándar	Inicio
	- Exploración de enfoques alternativos	En proceso
	- Desarrollo de soluciones innovadoras	Logrado

La hipótesis planteada para este estudio fue que la aplicación de la estrategia basada en neurodidáctica tendría un efecto positivo en la mejora de la habilidad de resolución de problemas en matemáticas de los estudiantes de séptimo grado.

Para asegurar la fiabilidad de las pruebas de resolución de problemas en matemáticas, se realizó un análisis de consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Los resultados mostraron un coeficiente alfa de 0.82, lo que indica una alta fiabilidad y consistencia de los instrumentos utilizados para evaluar las dimensiones mencionadas. Esto sugiere que las pruebas diseñadas fueron adecuadas para medir de manera confiable la habilidad de resolución de problemas en matemáticas de los estudiantes de séptimo grado.

Los datos recopilados fueron sometidos a un análisis mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Las entrevistas a docentes se analizaron utilizando el enfoque de análisis de contenido para identificar patrones emergentes. En cuanto al análisis cuantitativo, se aplicó la prueba de Wilcoxon para comparar las puntuaciones antes y después de la intervención en cada

dimensión, considerando las categorías ordinales (Inicio, en Proceso, Logrado). Esta prueba permitió determinar si existían diferencias significativas en las puntuaciones pre y post-intervención, lo que ayudó a evaluar la efectividad de la estrategia neurodidáctica.

Finalmente, se llevó a cabo una validación por criterio de usuarios, en este caso los docentes, mediante la técnica Iadov (de Castro et al., 2020). El cuestionario utilizado para evaluar el nivel de satisfacción de los docentes con respecto a la estrategia neurodidáctica implementada consta de cinco preguntas, tres de las cuales son cerradas (1, 3 y 5) y dos abiertas (2 y 4). La relación entre estas tres preguntas cerradas se establece mediante el Cuadro lógico de Iadov (Tabla 2), y el resultado de esta interrelación indica la posición de cada docente en la escala de satisfacción, es decir, su nivel individual de satisfacción. La escala de satisfacción empleada incluye seis niveles: 1. Clara satisfacción, 2. Más satisfecho que insatisfecho, 3. No definida, 4. Más insatisfecho que satisfecho, 5. Clara insatisfacción, 6. Contradictoria.

Tabla 2. El cuadro lógico de la técnica de Iadov para los docentes encuestados

Pregunta 5:  ¿Te sientes satisfecho con la implementación de la estrategia basada en neurodidáctica para mejorar la habilidad de resolución de problemas en matemáticas?	Pregunta 1:  ¿Consideras que la estrategia basada en neurodidáctica ha sido efectiva para tus estudiantes en la mejora de su habilidad para resolver problemas matemáticos?								
	No			No sé			Sí		
	Pregunta 3:  ¿Te sientes confiado en tu capacidad para implementar estrategias basadas en neurodidáctica en el futuro?								
	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
Me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
Me gusta más que no me gusta	2	2	3	2	3	3	6	3	6
No me importa	3	3	3	3	3	3	3	3	3

No me gusta más que me gusta	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me gusta en absoluto	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

El resultado obtenido de la interrelación de las tres preguntas indica la posición de cada sujeto en la escala de satisfacción, es decir, su nivel individual de satisfacción. La escala utilizada comprende los siguientes niveles.

1. Clara satisfacción
2. Más satisfecho que insatisfecho
3. No definida
4. Más insatisfecho que satisfecho
5. Clara insatisfacción
6. Contradictoria

Esta técnica también permite calcular el Índice de Satisfacción Grupal (ISG), el cual se basa en los diferentes niveles de satisfacción expresados en una escala numérica que va desde +1 hasta -1, donde: +1 representa el máximo de satisfacción 0,5 indica que están más satisfechos que insatisfechos 0 corresponde a no definido y contradictorio -0,5 indica que están más insatisfechos que satisfechos -1 representa la máxima insatisfacción.

El cálculo del ISG se realiza mediante la ecuación (1).

$$ISG = \frac{A(+1)+B(0.5)+C(0)+D(-0.5)+E(-0.5)}{N} \quad (1)$$

Donde A, B, C, D, E representan el número de sujetos con los índices individuales 1, 2, 3 o 6, 4, 5, respectivamente, y N es el número total de sujetos del grupo. Los valores del índice grupal varían entre +1 y -1, donde los valores entre -1 y -0,5 indican insatisfacción, entre -0,49 y +0,49 reflejan contradicción, y aquellos entre 0,5 y 1 indican satisfacción. Los comentarios y sugerencias de los docentes se utilizaron para ajustar la intervención y asegurar su alineación con las necesidades y características de los estudiantes.

## Resultados

Resultados de la entrevista a docentes

Se realizó una entrevista a siete docentes para recopilar información sobre las principales estrategias pedagógicas utilizadas en el aula para enseñar matemáticas. El objetivo era identificar las prácticas actuales y las necesidades percibidas en relación con la habilidad de resolver problemas de los estudiantes, lo que ayudaría a fundamentar la implementación de una estrategia neurodidáctica.

Los docentes entrevistados revelaron que, en su mayoría, utilizan enfoques pedagógicos tradicionales en sus aulas para enseñar matemáticas. Esto incluye métodos como explicaciones en el pizarrón y ejercicios prácticos del libro de texto. En la tabla 3 se muestra un resumen de las respuestas de los docentes.

Tabla 3. Estrategias pedagógicas para enseñar matemáticas que usan los docentes entrevistados

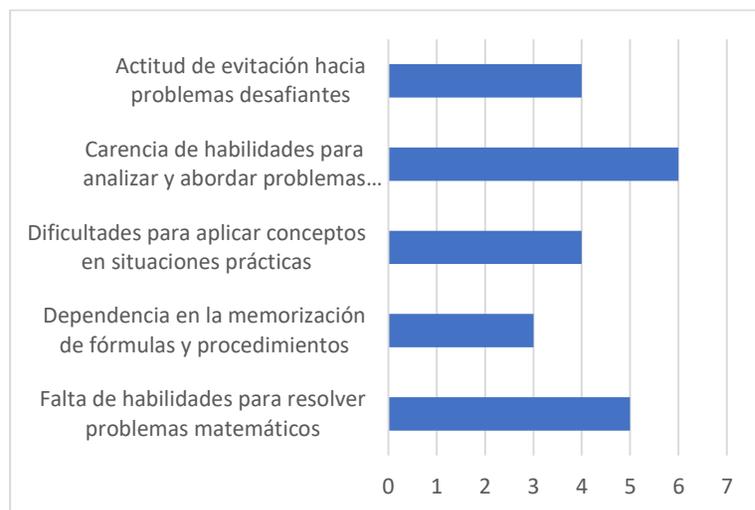
Docente	Estrategias pedagógicas para enseñar matemáticas
Docente 1	Explicaciones en el pizarrón y ejercicios prácticos del libro de texto.
Docente 2	Enfoque más tradicional con énfasis en la memorización de fórmulas y resolución de ejercicios estándar.
Docente 3	Incorporación de actividades grupales y algunos recursos multimedia, pero la mayoría del tiempo se basa en el libro de texto.
Docente 4	Enseñanza basada en la explicación de conceptos y resolución de ejemplos prácticos en el pizarrón.
Docente 5	Uso ocasional de juegos de roles y actividades lúdicas para reforzar conceptos, pero la mayor parte del tiempo se dedica a la explicación y ejercicios del libro de texto.
Docente 6	Predominantemente centrado en explicaciones verbales y ejercicios prácticos, con poca variedad de métodos de enseñanza.
Docente 7	Integra recursos multimedia en algunas clases, pero la enseñanza se centra principalmente en la transmisión de conocimientos a través de la explicación y ejemplos prácticos.

Aunque algunos incorporan estrategias como juegos de roles, actividades grupales y recursos multimedia, todos coinciden en que hay desafíos para lograr que los estudiantes apliquen los conceptos matemáticos en situaciones de problemas más complejas. Esta percepción común destaca la necesidad de explorar y adoptar enfoques más específicos, como una estrategia neurodidáctica, para mejorar la habilidad de resolución de problemas en los estudiantes.

Los docentes revelaron diversas percepciones sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes en cuanto a la resolución de problemas matemáticos (Figura 1). La mayoría de los docentes expresaron preocupación por la falta de habilidades de resolución de problemas entre sus estudiantes. Algunos mencionaron que los estudiantes tienden a depender demasiado de la

memorización de fórmulas y procedimientos, sin comprender realmente los conceptos subyacentes. Otros destacaron que los estudiantes muestran dificultades para aplicar los conceptos matemáticos en situaciones prácticas y cotidianas.

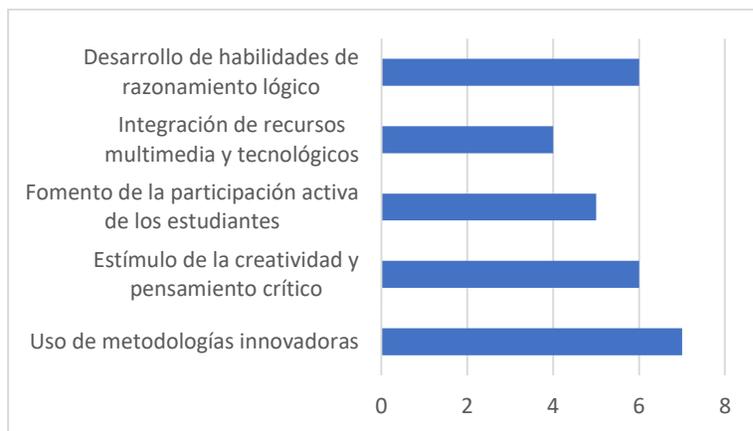
Figura 1. Percepciones sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes en cuanto a la resolución de problemas matemáticos



En general, los docentes perciben que los estudiantes carecen de habilidades para analizar y abordar problemas de manera crítica y creativa. Además, señalaron que muchos estudiantes muestran una actitud de evitación hacia los problemas matemáticos más desafiantes, prefiriendo enfocarse en ejercicios más simples y rutinarios. Estas percepciones resaltan la necesidad de implementar estrategias pedagógicas más efectivas que promuevan el desarrollo de habilidades de resolución de problemas en los estudiantes.

Según las respuestas de los docentes, las principales estrategias para mejorar la habilidad de resolución de problemas en matemáticas incluyen el uso de metodologías innovadoras (7 docentes), el estímulo de la creatividad y el pensamiento crítico (6 docentes), el fomento de la participación activa de los estudiantes (5 docentes), la integración de recursos multimedia y tecnológicos (4 docentes), y el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico (6 docentes) (Figura 2). Estos aspectos resaltan la importancia de enfoques dinámicos y creativos, la participación activa de los estudiantes y el uso de tecnología para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas en matemáticas.

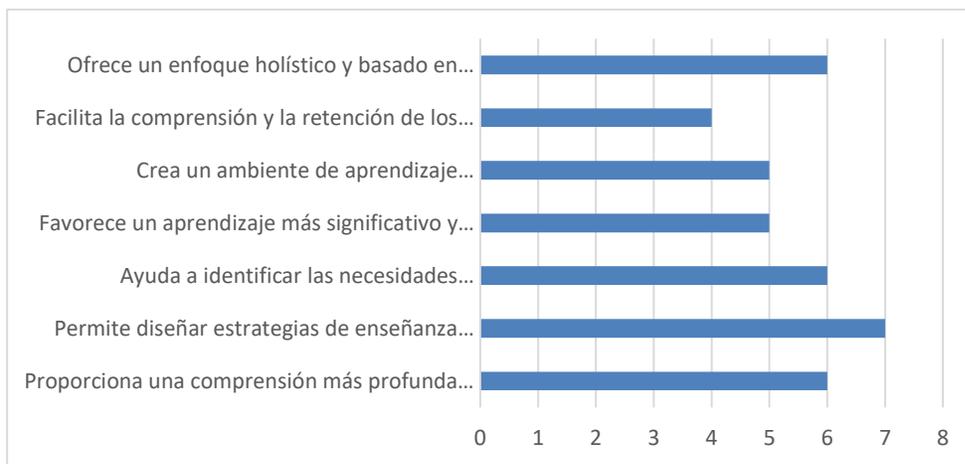
Figura 2. Principales estrategias que deben implementarse para mejorar la habilidad de resolución de problemas en matemáticas



De los 7 docentes entrevistados, ninguno había aplicado previamente estrategias basadas en neurodidáctica en su enseñanza de matemáticas. Esto sugiere que existe una oportunidad para introducir nuevas aproximaciones pedagógicas que integren los principios de la neurociencia cognitiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta asignatura. Aunque los docentes no tienen experiencia previa con estrategias neurodidácticas, están abiertos a explorar nuevas metodologías que puedan mejorar el rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos.

Los docentes expresaron diversas opiniones sobre cómo la neurodidáctica puede contribuir a mejorar el aprendizaje y la resolución de problemas en matemáticas. En general, destacaron que la neurodidáctica puede proporcionar una comprensión más profunda de cómo funciona el cerebro durante el proceso de aprendizaje, lo que permite diseñar estrategias de enseñanza más efectivas y personalizadas. Además, mencionaron que la neurodidáctica puede ayudar a identificar las necesidades individuales de los estudiantes y a adaptar las intervenciones pedagógicas en consecuencia, lo que favorece un aprendizaje más significativo y duradero. Los docentes también resaltaron la importancia de crear un ambiente de aprendizaje estimulante y motivador, que active los circuitos neuronales relacionados con la atención, la memoria y la emoción, lo que facilita la comprensión y la retención de los conceptos matemáticos. En resumen, los docentes perciben que la neurodidáctica ofrece un enfoque holístico y basado en evidencia para mejorar el aprendizaje y la resolución de problemas en matemáticas, que puede beneficiar tanto a los estudiantes como a los educadores.

Figura 3. Contribuciones de la neurodidáctica a la mejora del aprendizaje y la resolución de problemas en matemáticas, según los docentes entrevistados



Los docentes sugirieron que una estrategia basada en neurodidáctica para mejorar la resolución de problemas en matemáticas debería incluir actividades prácticas, adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes y promover la colaboración entre ellos (Figura 4). También destacaron la importancia de la retroalimentación oportuna, el uso efectivo de la tecnología y recursos multimedia, y la promoción de la exploración guiada de los conceptos matemáticos. Estas sugerencias ofrecen una orientación clave para el diseño de estrategias efectivas en el aula.

Figura 4. Sugerencias de los docentes para diseñar una estrategia basada en neurodidáctica para mejorar la habilidad de resolución de problemas en matemáticas



Los docentes reconocieron la necesidad de estrategias innovadoras en la enseñanza de matemáticas para mejorar la resolución de problemas. Aunque no habían aplicado específicamente estrategias basadas en neurodidáctica, consideraron su potencial para mejorar el aprendizaje en esta área. Proporcionaron sugerencias clave, como la importancia de actividades prácticas y el uso efectivo de la tecnología. Estas percepciones respaldan el desarrollo de intervenciones centradas en la neurodidáctica para mejorar la resolución de problemas matemáticos.

Diseño de la estrategia neurodidáctica para mejorar la habilidad de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de séptimo grado

Objetivo general: Mejorar la habilidad de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de séptimo grado.

Un extracto de los componentes de la estrategia se ofrece a continuación.

Actividades de la estrategia y secuencia de implementación

1. Semana 1-3: Desafío matemático Mentes Creativas

- Presentación del desafío semanal, fomentando la anticipación y curiosidad.
- Resolución individual y grupal de problemas desafiantes que estimulan el pensamiento creativo.
- Reflexión y discusión en clase sobre enfoques utilizados y estrategias aplicadas.

- Vínculo con la neurodidáctica: Fomenta la creatividad y el pensamiento divergente, aspectos clave en la neurodidáctica que promueven la plasticidad cerebral y la formación de nuevas conexiones neuronales.
2. Semana 4-6: Juegos de matemáticas en la plataforma MathWiz
    - Introducción a la plataforma MathWiz y creación de perfiles de estudiantes.
    - Participación en juegos interactivos diseñados para fortalecer la resolución de problemas matemáticos.
    - Sesiones de discusión sobre el progreso y estrategias empleadas.
    - Vínculo con la neurodidáctica: Los juegos interactivos proporcionan un entorno de aprendizaje lúdico que activa diversas áreas del cerebro, favoreciendo la atención, la memoria y el aprendizaje significativo.
  3. Semana 7-9: Proyecto de investigación Matemáticas en la Vida Real
    - Introducción al proyecto y selección de temas relacionados con aplicaciones prácticas de las matemáticas.
    - Investigación guiada y recopilación de información.
    - Desarrollo de presentaciones creativas y exposición de proyectos en clase.
    - Vínculo con la neurodidáctica: la investigación guiada y el enfoque en aplicaciones prácticas de las matemáticas estimulan la motivación intrínseca de los estudiantes, activando emociones positivas que facilitan el aprendizaje y la retención de información.
  4. Semana 10-12: Estaciones de aprendizaje MathExplorer
    - Rotación por estaciones temáticas que abordan conceptos matemáticos específicos.
    - Participación en actividades prácticas y lúdicas diseñadas para explorar distintos enfoques de resolución de problemas.
    - Sesiones de reflexión y consolidación de aprendizajes.
    - Vínculo con la neurodidáctica: las estaciones de aprendizaje ofrecen variedad de estímulos sensoriales y actividades prácticas que promueven la plasticidad neuronal y el desarrollo de conexiones neuronales a través de la experiencia práctica y la exploración activa.
  5. Semana 13-15: Simulaciones virtuales MathVenture
    - Introducción a las simulaciones virtuales y su aplicación en la resolución de problemas matemáticos.
    - Participación en entornos virtuales de resolución de problemas con escenarios desafiantes.
    - Discusión y análisis de experiencias virtuales en el aula.

- Vínculo con la neurodidáctica: las simulaciones virtuales proporcionan un entorno inmersivo que activa la imaginación y facilita la comprensión de conceptos abstractos, promoviendo la formación de nuevas conexiones neuronales a través de la experiencia simulada.
6. Semana 16: Jornada de desafíos matemáticos MathQuest
- Organización de la jornada especial con diversos desafíos matemáticos.
  - Participación activa en actividades prácticas y juegos de rol diseñados para aplicar y consolidar habilidades.
  - Reflexión final sobre el progreso individual y grupal en la resolución de problemas.
  - Vínculo con la neurodidáctica: los desafíos matemáticos promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la auto-superación, aspectos fundamentales en la neurodidáctica para el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas.

#### Implementación de la estrategia

- La estrategia se implementará durante un período de 16 semanas, integrándola en el currículo regular de matemáticas del séptimo grado.
- Se llevarán a cabo sesiones regulares de clase en las que se aplicarán las actividades diseñadas, con énfasis en la participación activa de los estudiantes y el uso efectivo de los recursos neurodidácticos.

#### Material didáctico neurodidáctico

1. Desarrollo de libros de texto y cuadernillos que incorporen ejercicios y actividades basadas en la neurodidáctica, con enfoque en la resolución de problemas matemáticos.
2. Creación de recursos multimedia interactivos, como videos explicativos y simulaciones, que ayuden a visualizar conceptos matemáticos de manera dinámica y atractiva.
3. Elaboración de juegos y actividades manipulativas que estimulen el pensamiento crítico y el razonamiento lógico a través de la resolución de problemas.

#### Sesiones de capacitación para docentes

1. Organización de talleres y seminarios donde se aborden los principios fundamentales de la neurodidáctica y su aplicación en la enseñanza de las matemáticas.
2. Suministro de guías y materiales de apoyo para que los docentes puedan planificar y ejecutar las actividades de manera efectiva.
3. Establecimiento de reuniones periódicas de seguimiento y retroalimentación para resolver dudas y compartir buenas prácticas entre los docentes participantes.

#### Evaluación y seguimiento del progreso

1. Diseño de pruebas diagnósticas y formativas para evaluar el nivel de competencia en resolución de problemas matemáticos al inicio y durante la implementación de la estrategia.
2. Implementación de herramientas de seguimiento del progreso, como listas de cotejo y registros de observación en el aula, para monitorear el desempeño de los estudiantes y detectar áreas de mejora.
3. Análisis regular de los resultados obtenidos en las evaluaciones para identificar tendencias y tomar decisiones informadas sobre ajustes necesarios en la enseñanza.

#### Participación de los padres de familia

1. Organización de sesiones informativas para los padres, donde se expliquen los objetivos y beneficios de la estrategia neurodidáctica en la mejora de la habilidad de resolución de problemas en matemáticas.
2. Elaboración de materiales de apoyo para que los padres puedan involucrarse en las actividades de refuerzo en el hogar, como juegos y ejercicios prácticos.
3. Establecimiento de canales de comunicación efectivos entre la escuela y los padres, como reuniones periódicas, boletines informativos y plataformas en línea, para mantenerlos informados sobre el progreso académico de sus hijos.

#### Recursos tecnológicos

1. Selección y adquisición de software educativo y aplicaciones móviles que complementen las actividades de enseñanza y aprendizaje de la estrategia neurodidáctica.
2. Capacitación del personal docente en el uso efectivo de las tecnologías seleccionadas, asegurando su integración adecuada en el currículo de matemáticas.
3. Implementación de prácticas innovadoras, como el aprendizaje basado en juegos y la realidad virtual, para ofrecer experiencias de aprendizaje inmersivas y motivadoras.

#### Feedback constante y reforzamiento positivo

1. Proporcionar retroalimentación inmediata y constructiva sobre el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos.
2. Reconocimiento y celebración de los logros y avances de los estudiantes para reforzar su motivación y autoestima.

Estos componentes trabajarán en conjunto para crear un ambiente de aprendizaje enriquecedor y efectivo que potencie la habilidad de resolución de problemas matemáticos en los estudiantes de séptimo grado.

## Resultados de la evaluación inicial (pretest)

En la tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación inicial (pretest) de ambos grupos en todas las dimensiones evaluadas, dividido en las categorías: Inicio, En proceso y Logrado.

Tabla 4. Resultados de la evaluación inicial de cada dimensión en los grupos experimental y de control

Dimensión	Grupo Experimental (n=28)	Grupo de Control (n=29)
Comprensión del problema		
Inicio	15 (53.6%)	14 (48.3%)
En proceso	10 (35.7%)	9 (31.0%)
Logrado	3 (10.7%)	4 (13.8%)
Traduce cantidades a expresiones numéricas		
Inicio	14 (50.0%)	13 (44.8%)
En proceso	10 (35.7%)	13 (44.8%)
Logrado	4 (14.3%)	3 (10.3%)
Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo		
Inicio	16 (57.1%)	19 (65.5%)
En proceso	9 (32.1%)	8 (27.6%)
Logrado	3 (10.7%)	2 (6.9%)
Razonamiento y justificación		
Inicio	18 (64.3%)	20 (69.0%)
En proceso	8 (28.6%)	7 (24.1%)
Logrado	2 (7.1%)	2 (6.9%)
Creatividad en la resolución		
Inicio	20 (71.4%)	22 (75.9%)
En proceso	7 (25.0%)	6 (20.7%)
Logrado	1 (3.6%)	1 (3.4%)
<b>Total de Logrado</b>	<b>13 (9%)</b>	<b>12 (8%)</b>

Este resumen muestra la distribución de los estudiantes en las diferentes categorías de cada dimensión evaluada en el pretest. Se destaca que, de todas las evaluaciones en la categoría de Logrado, sólo se obtuvieron el 9% y el 8% en cada grupo. No se observan diferencias significativas entre los grupos en términos del nivel inicial de habilidad para la resolución de problemas matemáticos.

## Resultados de la evaluación final a los estudiantes (postest)

En general, los resultados del post test muestran una mejora en todas las dimensiones para el grupo experimental, donde se implementó la estrategia neurodidáctica, en comparación con el grupo de control, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la evaluación final de cada dimensión en los grupos experimental y de control

Dimensión	Grupo Experimental (n=28)	Grupo de Control (n=29)
<b>Comprensión del problema</b>		
Inicio	1 (3.6%)	9 (31.0%)
En proceso	17 (60.7%)	11 (37.9%)
Logrado	10 (35.7%)	9 (31.0%)
<b>Traduce cantidades a expresiones numéricas</b>		
Inicio	3 (10.7%)	12 (41.4%)
En proceso	14 (50.0%)	10 (34.5%)
Logrado	11 (39.3%)	7 (24.1%)
<b>Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo</b>		
Inicio	2 (7.1%)	10 (34.5%)
En proceso	15 (53.6%)	12 (41.4%)
Logrado	11 (39.3%)	7 (24.1%)
<b>Razonamiento y justificación</b>		
Inicio	2 (7.1%)	11 (37.9%)
En proceso	17 (60.7%)	12 (41.4%)
Logrado	9 (32.1%)	6 (20.7%)
<b>Creatividad en la resolución</b>		
Inicio	1 (3.6%)	14 (48.3%)
En proceso	18 (64.3%)	10 (34.5%)
Logrado	9 (32.1%)	5 (17.2%)
<b>Total de Logrado</b>	<b>50 (35.7%)</b>	<b>36 (23.4%)</b>

En la dimensión de "Comprensión del problema", el grupo experimental mostró un mayor porcentaje de estudiantes en proceso (60.7%) y logrado (35.7%) en comparación con el grupo de control (37.9% y 31.0% respectivamente). Similarmente, en la dimensión de "Traduce cantidades a expresiones numéricas" y "Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo", el grupo

experimental superó al grupo de control en los niveles de en proceso y logrado. En "Razonamiento y justificación", el grupo experimental también mostró un mejor desempeño en proceso y logrado. Sin embargo, en la dimensión de "Creatividad en la resolución", aunque el grupo experimental tuvo un mayor porcentaje de estudiantes en proceso, el grupo de control tuvo un mayor porcentaje en logrado. Estos resultados sugieren que la implementación de la estrategia neurodidáctica contribuyó positivamente a mejorar la habilidad de resolución de problemas matemáticos en los estudiantes de séptimo grado.

Los resultados de la prueba de Wilcoxon para datos relacionados, realizada para determinar si la estrategia basada en neurodidáctica implementada en el grupo experimental tuvo un impacto estadísticamente significativo en la mejora de la habilidad de resolución de problemas en matemáticas en comparación con el grupo de control, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la prueba de Wilcoxon para comparar puntuaciones antes y después de la intervención por dimensión

Dimensión	Grupo experimental	Grupo de control
Comprensión del problema	$Z = -3.21, p < 0.05$	$Z = -1.67, p > 0.05$
Traduce cantidades a expresiones numéricas	$Z = -2.74, p < 0.05$	$Z = -1.92, p > 0.05$
Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo	$Z = -2.30, p < 0.05$	$Z = -1.58, p > 0.05$
Razonamiento y justificación	$Z = -2.51, p < 0.05$	$Z = -1.82, p > 0.05$
Creatividad en la resolución	$Z = -2.63, p < 0.05$	$Z = -1.71, p > 0.05$

Estos resultados indican que, en el grupo experimental, donde se implementó la estrategia neurodidáctica, hubo una mejora significativa en todas las dimensiones evaluadas después de la intervención. Sin embargo, en el grupo de control, donde no se aplicó la estrategia, no se observaron mejoras significativas en la mayoría de las dimensiones. Esto sugiere que la estrategia neurodidáctica fue efectiva para mejorar la habilidad de resolución de problemas en matemáticas en los estudiantes de séptimo grado.

#### Resultados de validación por criterio de usuarios

En la tabla 6 se muestra la relación entre los niveles de satisfacción individual expresados por los 7 docentes participantes en el estudio y su correspondencia con la escala numérica establecida. El 71,4% de los docentes manifestaron un máximo de satisfacción (+1), mientras que el 28,6% indicó estar más satisfecho que insatisfecho (+0,5). No se registraron respuestas en las categorías de No definido y contradictorio, así como Más insatisfecho que satisfecho y Máxima

insatisfacción. Estos datos muestran un alto grado de satisfacción entre los docentes con respecto a la estrategia neurodidáctica implementada.

Tabla 6. Relación de la satisfacción individual con la escala de satisfacción

Escala	Significado	Satisfacción individual %
+1	Máximo de satisfacción	5 (71,4%)
+0,5	Más satisfecho que insatisfecho	2 (28,6%)
0	No definido y contradictorio	0 (0%)
-0,5	Más insatisfecho que satisfecho	0 (0%)
-1	Máxima insatisfacción	0 (0%)

El ISG obtenido es aproximadamente 0,857. Esto indica un alto nivel de satisfacción grupal entre los docentes participantes en el estudio con respecto a la estrategia neurodidáctica implementada.

Durante la fase de validación por criterio de usuario, se recopilaron sugerencias y percepciones de los docentes participantes en el estudio respecto a la estrategia neurodidáctica implementada. En respuesta a la pregunta abierta sobre cómo mejorar la estrategia, varios docentes expresaron la necesidad de integrar más ejemplos prácticos y situaciones del mundo real en las actividades. Sugirieron además diversificar las actividades para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje y proporcionar orientación adicional para aquellos estudiantes que puedan necesitar un apoyo más personalizado. Además, se destacó la importancia de establecer una conexión más estrecha entre las actividades de neurodidáctica y los objetivos de aprendizaje del currículo estándar.

En cuanto al impacto percibido de la estrategia en el aprendizaje y la resolución de problemas de los estudiantes, los docentes observaron un aumento notable en la participación y el interés de los estudiantes. Sin embargo, también señalaron la necesidad de ajustar algunas actividades para abordar mejor las áreas específicas en las que los estudiantes necesitan más apoyo. A pesar de esto, la estrategia neurodidáctica ha contribuido positivamente a mejorar la confianza de los estudiantes al enfrentar problemas matemáticos. Se sugirió realizar un seguimiento continuo para evaluar el progreso a largo plazo y realizar ajustes según sea necesario, así como incorporar momentos de reflexión para que los estudiantes articulen cómo están aplicando las estrategias neurodidácticas en su aprendizaje. En general, los docentes valoraron positivamente la frescura y motivación que la neurodidáctica ha traído al proceso de enseñanza y aprendizaje.

## Discusión

La implementación de la estrategia neurodidáctica en el estudio, centrada en mejorar la habilidad de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de séptimo grado, ha arrojado resultados

significativos que merecen una discusión detallada. Al abordar las dimensiones clave evaluadas en el estudio, se evidencia que la estrategia ha tenido un impacto positivo en la comprensión del problema, la traducción de cantidades a expresiones numéricas, el uso de estrategias y procedimientos de estimación y cálculo, el razonamiento y la justificación, así como la creatividad en la resolución.

En consonancia con los hallazgos, la neurodidáctica ha demostrado ser una herramienta valiosa para abordar las diversas facetas de la resolución de problemas matemáticos. Como señalan Chojak (2018) y Schoenfeld (2016), la neurodidáctica proporciona una base sólida al reconocer la importancia de la conexión entre los procesos cognitivos y las estrategias pedagógicas. La atención a la diversificación de actividades, la integración de ejemplos del mundo real y la adaptabilidad a diferentes estilos de aprendizaje, como sugirieron los docentes, refuerzan la idea de que la neurodidáctica puede ofrecer un enfoque holístico y personalizado (Moreano y Páez, 2020).

Las mejoras observadas en el grupo experimental en comparación con el grupo de control respaldan la efectividad de la estrategia implementada. Estos resultados son consistentes con las investigaciones que subrayan la importancia de abordar la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva que tenga en cuenta la neurociencia cognitiva y las necesidades individuales de los estudiantes (Howard-Jones & Jay, 2016; Ramírez, 2020).

En cuanto a la satisfacción de los docentes, la técnica de V.A. Iadov adaptada al estudio proporcionó un marco claro para evaluar su percepción. La alta proporción de docentes que expresaron una clara satisfacción o estuvieron más satisfechos que insatisfechos es un indicador positivo. Estos resultados coinciden con la idea de que la satisfacción del docente está vinculada a la percepción de la efectividad de las estrategias pedagógicas utilizadas (Cedeño & Bailón, 2021).

No obstante, es crucial destacar que, a pesar de los resultados alentadores, existen áreas identificadas por los docentes que requieren ajustes y refinamientos en la estrategia neurodidáctica. Esto subraya la necesidad de adoptar un enfoque continuo y reflexivo en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas basadas en neurociencia, como también indican Lucas-Oliva et al. (2022).

## Conclusiones

Este estudio ha demostrado que la implementación de una estrategia basada en neurodidáctica ha sido efectiva para mejorar la habilidad de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de séptimo grado. Los resultados indican un impacto positivo en varias dimensiones evaluadas,

incluida la comprensión del problema, el uso de estrategias de cálculo, el razonamiento y la creatividad en la resolución.

La evidencia recopilada respalda la relevancia de integrar principios de neurociencia cognitiva en el diseño de estrategias pedagógicas, ya que estas pueden ofrecer un enfoque más personalizado y efectivo para el aprendizaje de las matemáticas. Además, la satisfacción de los docentes con la estrategia implementada sugiere un respaldo positivo hacia la utilidad y eficacia de la neurodidáctica en el aula.

Se identificaron áreas de mejora basadas en las sugerencias de los docentes, lo que resalta la importancia de un enfoque reflexivo y adaptativo en la implementación de estrategias pedagógicas. Esto subraya la necesidad de continuar refinando y ajustando las intervenciones educativas para satisfacer las necesidades cambiantes de los estudiantes y los educadores.

Este estudio contribuye al creciente cuerpo de evidencia que respalda la aplicación de la neurodidáctica en la enseñanza de las matemáticas. Al adoptar un enfoque holístico que integra los principios de la neurociencia cognitiva con las mejores prácticas pedagógicas, se puede promover un aprendizaje más efectivo y significativo en el aula.

## Referencias

- Cedeño, G. C. B., & Bailón, J. B. (2021). Estrategias neurodidácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje de educación básica. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 6(1), 72-81.
- Chojak, M. (2018). Neuropedagogy as a scientific discipline: interdisciplinary description of the theoretical basis for the development of a research field. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 12(8), 1085-1088.
- de Castro Fabre, A. F., Ortega, N. S., & Farrat, Y. R. (2020). El proceso de validación mediante la Técnica de Iadov en cursos por encuentros. *Revista Ingeniería Agrícola*, 10(1), 66-70.
- Dumontheil, I., Houlton, R., Christoff, K., & Blakemore, S. J. (2010). Development of relational reasoning during adolescence. *Developmental science*, 13(6), F15-F24.
- Gamarra Astuhuaman, G., & Pujay Cristóbal, O. E. (2021). Resolución de problemas, habilidades y rendimiento académico en la enseñanza de la matemática. *Revista Educación*, 45(1), 176-189.

- Howard-Jones, P. A., & Jay, T. (2016). Reward, learning and games. *Current opinion in behavioral sciences*, 10, 65-72.
- Khalid, M., Saad, S., Hamid, S. R. A., Abdullah, M. R., Ibrahim, H., & Shahrill, M. (2020). Enhancing creativity and problem solving skills through creative problem solving in teaching mathematics. *Creativity Studies*, 13(2), 270-291.
- Leikin, R. (2014). Challenging mathematics with multiple solution tasks and mathematical investigations in geometry. *Transforming mathematics instruction: Multiple approaches and practices*, 59-80.
- Lekati, E., & Doukakis, S. (2022, October). Neuroeducation and Mathematics: The Formation of New Educational Practices. In *Worldwide Congress on "Genetics, Geriatrics and Neurodegenerative Diseases Research"* (pp. 91-96). Cham: Springer International Publishing.
- Liu, J., Ma, S., Xu, W., & Zhu, L. (2022). A generalized Wilcoxon–Mann–Whitney type test for multivariate data through pairwise distance. *Journal of Multivariate Analysis*, 190, 104946.
- Lozano, A. R. P., Flórez, L. R. P., & Miranda, M. D. J. Z. (2023). Repensando la Clase de Informática con la Neurodidáctica y la Teoría de la Cognición Situada. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 6010-6022.
- Lucas-Oliva, I., Toledo-Vega, G., & Núñez-Román, F. (2022). From Neurodidactics to Language Teaching and Learning: The Emotional Approach. *Theory and Practice in Language Studies*, 12(8), 1457-1467.
- Malsagova, M. K. (2020). Directions and trends in the development of neurodidactics. *American Scientific Journal*, (43-2), 9-11.
- Mateus-Nieves, E., & Devia, H. (2021). Desarrollo de habilidades del pensamiento matemático desde la formulación y resolución de problemas de enunciado verbal. *Acta Scientiae*, 23(1), 30-52.
- Moreano, L. F., & Páez, J. P. (2020). Diseño de una estrategia neurodidáctica para la comprensión lectora en el aula de matemáticas. *Aglala*, 11(2), 133-152.
- Procopio, M., Fernandes Procopio, L., Yáñez-Araque, B., & Fernández-César, R. (2022). Cooperative work and neuroeducation in mathematics education of future teachers: A good combination?. *Frontiers in Psychology*, 13, 1005609.



Ramírez, N. (2020). Influencia del programa neurodidáctica “MATCERSPA” en el aprendizaje de matemática en estudiantes de secundaria. *Revista Ciencia y Tecnología*, 16(4), 73-86.

Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of education*, 196(2), 1-38.

Schoenfeld, A. H. (2017). On learning and assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 24(3), 369-378.

Sheromova, T. S., Khuziakhmetov, A. N., Kazinets, V. A., Sizova, Z. M., & Borodianskaia, E. A. (2020). Learning Styles and Development of Cognitive Skills in Mathematics Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(11).