

La neurodidáctica y su incidencia en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes del séptimo de EGB

Neurodidactics and its incidence in the development of mathematical logical thinking in seventh-grade students

Marina Genoveva Cortez Torres¹ (mgcortezt@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0001-4291-5810>)

Jemina Jael Viejó Cornejo² (jjviejoc@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0009-2534-1534>)

Wilber Ortiz Aguilar³ (wortiza@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-7323-6589>)

Resumen

El estudio realizado se destaca por su enfoque en la implementación de una estrategia neurodidáctica para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en estudiantes de séptimo grado, abordando así un tema de relevancia en el ámbito educativo actual. El objetivo principal fue evaluar el impacto de esta estrategia en el desarrollo de habilidades cognitivas específicas. La muestra consistió en 24 estudiantes de séptimo grado de la unidad educativa El Ángel, seleccionados mediante muestreo aleatorio simple. Se aplicó un diseño pretest-postest con grupo único para evaluar el efecto de la estrategia, recolectando datos a través de encuestas exploratorias, pruebas pretest y postest, y evaluaciones de la estrategia implementada. Se utilizó un enfoque de investigación mixto para obtener una comprensión completa del fenómeno estudiado. Los resultados revelaron un progreso significativo en varias dimensiones del pensamiento lógico matemático después de la implementación de la estrategia, respaldando su efectividad. La evaluación de la estrategia por expertos en el campo educativo también destacó su valor en la promoción del aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes. Este estudio contribuye al cuerpo de conocimientos sobre la integración de la neurociencia en la

¹ Unidad Educativa “El Ángel”, Ecuador

² Escuela Quintiliano Sánchez, Ecuador

³ Universidad Bolivariana del Ecuador, 092405 Durán, Ecuador

educación y resalta la importancia de adoptar enfoques pedagógicos fundamentados en la evidencia científica para mejorar el rendimiento académico en matemáticas.

Palabras clave: neurodidáctica, pensamiento lógico matemático, estrategia educativa, estudiantes de séptimo grado, evaluación de impacto.

Abstract

The study conducted stands out for its focus on the implementation of a neurodidactic strategy for the development of mathematical logical thinking in seventh-grade students, thus addressing a topic of relevance in the current educational environment. The main objective was to evaluate the impact of this strategy on the development of specific cognitive skills. The sample consisted of 24 seventh-grade students from the El Angel Educational Unit, selected by simple random sampling. A pretest-posttest design with a single group was applied to evaluate the effect of the strategy, collecting data through exploratory surveys, pretest and posttest tests, and evaluations of the implemented strategy. A mixed research approach was used to obtain a complete understanding of the phenomenon studied. The results revealed significant progress in several dimensions of mathematical logical thinking after the implementation of the strategy, supporting its effectiveness. Evaluation of the strategy by experts in the educational field also highlighted its value in promoting meaningful learning and the development of cognitive skills in students. This study contributes to the body of knowledge on the integration of neuroscience in education and highlights the importance of adopting evidence-based pedagogical approaches to improve academic achievement in mathematics.

Key words: neurodidactics, mathematical logical thinking, educational strategy, seventh grade students, impact assessment.

Introducción

En el contexto educativo actual, el desarrollo del pensamiento lógico matemático se ha convertido en un objetivo fundamental debido a su relevancia para el éxito académico y la preparación para la vida en un mundo cada vez más orientado hacia las habilidades STEM (Ciencia, Tecnología,

Ingeniería y Matemáticas). Acorde con Lema y Goitia (2023) "el pensamiento lógico matemático es una habilidad crucial que no solo es fundamental para el dominio de las matemáticas, sino que también se extiende a otras áreas del aprendizaje y la resolución de problemas en la vida cotidiana" (p. 155).

Resolver problemas matemáticos implica una serie de habilidades cognitivas complejas, tales como razonar, imaginar, descubrir, intuir, probar, generalizar y utilizar técnicas específicas. Es esencial que las actividades diseñadas para los estudiantes sean significativas y relevantes para su vida cotidiana, ya que esto facilita su comprensión y aplicación práctica. El desarrollo del pensamiento lógico matemático se entrelaza estrechamente con las experiencias vividas por el estudiante y desempeña un papel crucial en su comprensión del mundo que lo rodea (Powell et al., 2021).

La inteligencia lógico-matemática abarca una variedad de habilidades y destrezas, las cuales pueden ser identificadas y cultivadas en el aula para abordar la diversidad de los estudiantes y promover el crecimiento de todos. Entre estas habilidades se encuentran la capacidad de manejar cifras, resolver problemas, identificar patrones, comprender relaciones causa-efecto, pensar de manera abstracta y ejercer el pensamiento crítico (Indriati, 2018). En consecuencia, el enfoque en el desarrollo del pensamiento lógico matemático no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos y tomar decisiones fundamentadas en diversos contextos de la vida real.

En el nivel de séptimo grado, se alcanza una fase crítica en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, donde la adquisición sólida de habilidades lógicas y matemáticas establece los cimientos para el éxito en etapas educativas subsiguientes. Por consiguiente, resulta imperativo abordar esta etapa educativa con estrategias efectivas que fomenten un sólido desarrollo del pensamiento lógico matemático. En este contexto, emerge la necesidad de explorar y evaluar enfoques pedagógicos innovadores, como la neurodidáctica, que incorporan principios de la neurociencia en la enseñanza de las matemáticas con el fin de mejorar la comprensión y el desempeño de los estudiantes (Chávez & Baca, 2020).

Una estrategia neurodidáctica se fundamenta en la aplicación de principios derivados de la neurociencia cognitiva al proceso de enseñanza y aprendizaje. En el contexto del desarrollo del pensamiento lógico matemático, estas estrategias están diseñadas para aprovechar la comprensión del funcionamiento del cerebro en relación con la adquisición y procesamiento de conceptos matemáticos (Piddubna et al., 2023). Por ejemplo, se pueden emplear técnicas que estimulen la plasticidad cerebral, como el uso de metáforas visuales o la conexión de nuevos conceptos con experiencias previas de los estudiantes, para fortalecer las redes neuronales asociadas con la resolución de problemas matemáticos (Lekati & Doukakis, 2022; Sheromova et al., 2020). Asimismo, se pueden incorporar actividades que promuevan la reflexión metacognitiva y el pensamiento crítico, lo que ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de análisis y argumentación en el contexto de problemas matemáticos complejos (De Smedt & Grabner, 2016).

La investigación previa sobre neurodidáctica y pensamiento lógico matemático ha resaltado aspectos cruciales en este ámbito. Por ejemplo, Lekati y Doukakis (2022) han señalado que la neurodidáctica proporciona un marco teórico sólido para comprender cómo el cerebro procesa la información matemática, lo que implica un potencial para mejorar las estrategias de enseñanza en este campo. No obstante, a pesar de este reconocimiento, persiste la falta de consenso sobre las mejores prácticas para integrar los principios de la neurociencia en el aula de matemáticas (Sheromova et al., 2020). Investigaciones como las de Piddubna et al. (2023) han destacado la necesidad de más estudios que examinen específicamente los efectos de la neurodidáctica en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en contextos educativos reales. Estas lagunas en la investigación subrayan la importancia de continuar explorando esta área para informar y mejorar las prácticas pedagógicas en matemáticas.

La literatura existente ha demostrado que la aplicación de principios neurodidácticos en la enseñanza de las matemáticas puede mejorar significativamente el rendimiento académico de los estudiantes (Dietrichson et al., 2021; Rivera-Rivera, 2019). Sin embargo, queda pendiente entender cómo estos principios impactan específicamente en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en estudiantes de séptimo grado. Además, como mencionan Lein et al. (2020), a pesar de la extensa investigación sobre neurociencia cognitiva y sus implicaciones educativas, aún hay

mucho por explorar en términos de la aplicación práctica de estos conocimientos en el aula de matemáticas. Por lo tanto, resulta evidente la necesidad de investigaciones adicionales que profundicen en esta área y aborden las limitaciones identificadas en la literatura existente.

El objetivo de este estudio es investigar el impacto de la aplicación de la neurodidáctica en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en estudiantes de séptimo grado. Se busca examinar cómo la implementación de estrategias basadas en principios de neurociencia afecta específicamente el pensamiento lógico matemático de los estudiantes en un contexto educativo real. Además, se pretende evaluar la efectividad de estas estrategias para mejorar el rendimiento académico y promover habilidades de resolución de problemas en el área de matemáticas. A través de este estudio, se busca contribuir al cuerpo de conocimientos existente sobre neurodidáctica y pensamiento lógico matemático, proporcionando información relevante para informar y mejorar las prácticas pedagógicas en este campo.

Materiales y métodos

El estudio realizado se caracterizó como un estudio cuasiexperimental. Según Hernández et al. (2014), este tipo de estudio "se caracteriza por la manipulación intencional de una variable independiente no controlable, con la finalidad de observar su efecto en una variable dependiente" (p. 255).

El enfoque de investigación adoptado fue mixto, lo cual permitió una comprensión más completa del fenómeno estudiado. Como señalan Creswell y Plano Clark (2018), "en un enfoque de investigación mixto, los investigadores recogen, analizan e interpretan datos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio o una serie de estudios" (p. 5).

En cuanto al diseño de estudio, se aplicó un diseño pretest-postest con grupo único (Privitera, & Ahlgrim-Delzell, 2018). Este diseño implica "la medición de una variable dependiente antes y después de la intervención, en el mismo grupo de sujetos" (p. 555). Se recopilaron datos a través de encuestas exploratorias, pruebas pretest y postest, así como evaluaciones de la estrategia implementada.

La población de este estudio consistió en todos los estudiantes matriculados en la unidad educativa El Ángel que estaban cursando el séptimo año de educación general básica (EGB) en el año 2023. Esta población representaba el universo de interés para el estudio sobre el desarrollo del pensamiento lógico matemático. La muestra seleccionada para participar en el estudio consistió en 24 estudiantes del séptimo año de dicha institución, específicamente del paralelo "A". Esta muestra fue seleccionada utilizando un método de muestreo aleatorio simple, lo que significa que cada estudiante tenía la misma probabilidad de ser seleccionado para participar en el estudio. Esto garantizó la representatividad de la muestra y redujo el sesgo de selección.

En la metodología empleada, se llevaron a cabo cuatro fases distintas para abordar diferentes aspectos del estudio sobre la implementación de la estrategia neurodidáctica para el desarrollo del pensamiento lógico matemático. En la fase 1, se realizó la evaluación del conocimiento del claustro de profesores sobre neurodidáctica (6 docentes). Para ello, se diseñó una encuesta exploratoria con indicadores específicos sobre el conocimiento, formación y experiencias previas en neurodidáctica. Los participantes fueron los profesores del área de matemáticas del séptimo grado. El procedimiento consistió en la distribución y recolección de las encuestas, seguido del análisis de los resultados mediante estadística descriptiva para obtener una comprensión clara del estado inicial del conocimiento del claustro de profesores sobre neurodidáctica. Se utilizó una escala Likert de 1 a 5, donde 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y 5 denota "Totalmente de acuerdo". Los criterios específicos evaluados fueron los siguientes.

1. Estoy familiarizado/a con los principios fundamentales de la neurodidáctica.
2. He recibido capacitación específica sobre la aplicación de la neurodidáctica en la enseñanza de las matemáticas.
3. He participado en actividades de actualización sobre neurodidáctica en los últimos 12 meses.
4. Estoy al tanto de las últimas investigaciones y avances en neurodidáctica aplicada a la educación matemática.
5. Mi experiencia previa en la aplicación de la neurodidáctica ha sido positiva.
6. Utilizo regularmente estrategias neurodidácticas en mis clases de matemáticas.

7. Recibo apoyo institucional para implementar estrategias neurodidácticas en mis clases de matemáticas.
8. Considero que la neurodidáctica puede mejorar el desarrollo del pensamiento lógico matemático en mis estudiantes.
9. Me siento seguro/a al aplicar técnicas neurodidácticas en el aula.
10. Creo que la formación continua en neurodidáctica es importante para mi práctica docente.
11. He experimentado mejoras en el desempeño de mis estudiantes al implementar estrategias neurodidácticas.
12. Considero que la neurodidáctica es relevante y necesaria para el desarrollo integral de mis estudiantes.

En la fase 2, se llevó a cabo el diseño e implementación de la estrategia neurodidáctica. El diseño de la estrategia se basó en los principios de la neurodidáctica y los indicadores de pensamiento lógico matemático establecidos. La implementación implicó la introducción de esta estrategia en las clases de matemáticas durante un período de 8 semanas. Durante este tiempo, se registraron las acciones y reacciones de los estudiantes mediante observaciones detalladas para evaluar la efectividad y la adecuación de la estrategia en el contexto educativo.

En la fase 3, se llevó a cabo la evaluación del impacto en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes. Para ello, se utilizaron pruebas pretest y postest con indicadores específicos de pensamiento lógico matemático (Tabla 1). Los participantes fueron los estudiantes del séptimo grado. El procedimiento consistió en la aplicación de las pruebas antes y después de la implementación de la estrategia, seguido de la comparación de los resultados para evaluar cualquier cambio significativo en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes.

Tabla 1. Dimensiones e indicadores del desarrollo del pensamiento lógico matemático

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Dimensión 1. Pensamiento lógico en el análisis matemático	1. Aplicación de estrategias en matemáticas	1: Extremadamente bajo
	2. Uso adecuado de herramientas matemáticas para resolver situaciones reales	2: Muy bajo
	3. Capacidad para identificar patrones y regularidades en datos numéricos	3: Bajo
	4. Interpretación de gráficos y tablas para tomar decisiones matemáticas	4: Moderado
	5. Habilidad para argumentar y justificar soluciones matemáticas	5: Alto
Dimensión 2. Pensamiento lógico en la resolución de problemas	6. Utilización de modelos matemáticos para representar fenómenos del mundo real	6: Muy alto
	7. Resolución de problemas matemáticos complejos	7: Extremadamente alto
	8. Pensamiento crítico al evaluar y comparar diferentes soluciones matemáticas	1: Extremadamente bajo
	9. Aplicación de estrategias de resolución de problemas en contextos variados	2: Muy bajo
	10. Creatividad al plantear y resolver problemas matemáticos no convencionales	3: Bajo
		4: Moderado
		5: Alto
		6: Muy alto
		7: Extremadamente alto

Se utilizaron las pruebas estadísticas de chi-cuadrado y pruebas exactas de Fisher, para analizar la asociación entre los indicadores y los resultados del pretest y postest en el estudio. Estas pruebas ayudaron a determinar si existía una relación significativa entre las variables evaluadas, proporcionando así información sobre la efectividad del programa en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes del séptimo grado.

En la fase 4, se llevó a cabo la evaluación de la estrategia neurodidáctica mediante la participación de expertos en el campo educativo. Se utilizó una escala de evaluación con criterios predefinidos

para valorar la estrategia en relación con sus objetivos establecidos y su efectividad en el desarrollo del pensamiento lógico matemático. Los participantes expertos incluyeron tanto a profesores con experiencia en neurodidáctica y enseñanza de matemáticas como a estudiantes avanzados en el área.

Se empleó una escala de evaluación con una clasificación de 1 a 5, donde 1 indica "Muy bajo" y 5 representa "Muy alto". Los criterios de evaluación incluyeron los siguientes elementos.

1. Permite la aplicación de conceptos matemáticos de manera práctica.
2. Está alineada con los objetivos de desarrollo del pensamiento lógico matemático.
3. Fomenta la resolución de problemas complejos en matemáticas.
4. Incluye actividades que estimulan la creatividad y la innovación en la resolución de problemas.
5. Ofrece herramientas y recursos para identificar patrones y regularidades en datos numéricos.
6. Promueve la argumentación y justificación de soluciones matemáticas.
7. Proporciona oportunidades para la aplicación de estrategias de razonamiento lógico-deductivo.
8. Está diseñada para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes.
9. Incluye evaluaciones formativas y sumativas que miden el desarrollo del razonamiento lógico matemático.
10. Incorpora retroalimentación efectiva que permite a los estudiantes mejorar sus habilidades de razonamiento lógico.
11. Cuenta con el respaldo de evidencia científica que respalda su efectividad en el desarrollo del razonamiento lógico matemático.
12. Es flexible y puede ser ajustada según las necesidades y características del grupo de estudiantes.

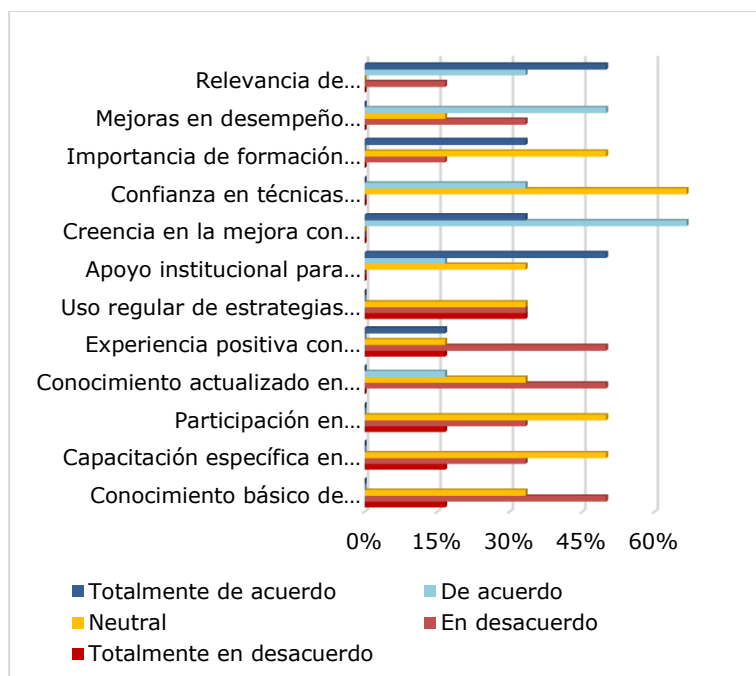
El procedimiento consistió en la recolección de datos a través de observaciones de clase, revisiones de materiales y entrevistas estructuradas con los participantes. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo de los datos recopilados para obtener una comprensión integral de la eficacia de la estrategia. Este enfoque permitió una evaluación detallada y fundamentada de

la estrategia neurodidáctica, destacando tanto sus puntos fuertes como las áreas de mejora potencial, con el fin de optimizar su aplicación en el contexto educativo.

Resultados

El análisis de los resultados de la encuesta exploratoria a los docentes en la fase 1 revela varios puntos importantes (Figura 1). En primer lugar, se observa que el conocimiento básico de neurodidáctica entre el claustro de profesores es predominantemente bajo, ya que el 66,67% se encuentra en las categorías "Totalmente en desacuerdo" o "En desacuerdo". Además, la mayoría de los profesores (50%) indicaron no haber recibido capacitación específica en neurodidáctica matemática, lo que sugiere una falta de preparación formal en este campo. Sin embargo, hay un porcentaje considerable de profesores (33,33%) que están neutrales en cuanto a su participación en actualizaciones neurodidácticas recientes, lo que podría indicar una posible disposición para el aprendizaje continuo.

Figura 1. Resultados de la encuesta exploratoria a docentes (frecuencia relativa)



Por otro lado, aunque un 16,67% de los profesores está de acuerdo en que tienen un conocimiento actualizado en neurodidáctica matemática y un 33,33% reporta una experiencia positiva con su aplicación, estos valores aún son relativamente bajos en comparación con otros indicadores. Es alentador observar que hay un grupo significativo de profesores (50%) que considera importante la formación continua en neurodidáctica, lo que sugiere una conciencia sobre la necesidad de mejorar las habilidades pedagógicas en este ámbito.

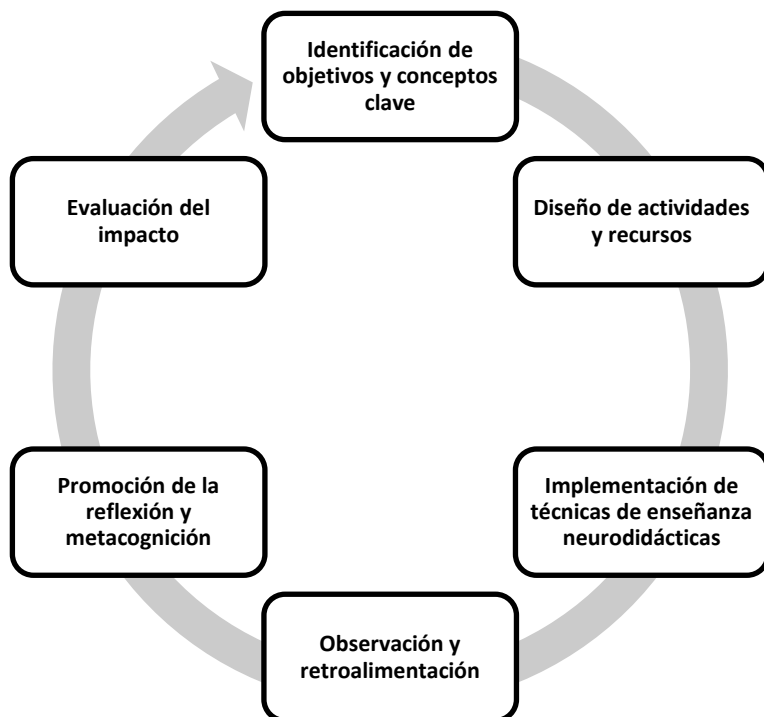
En cuanto a la percepción sobre el impacto de la neurodidáctica en el desempeño estudiantil y su relevancia para el desarrollo integral de los estudiantes, los resultados son mixtos. Un 33,33% de los profesores están de acuerdo en que han experimentado mejoras en el desempeño de sus estudiantes al implementar estrategias neurodidácticas, mientras que un 50% considera que la neurodidáctica es relevante para el desarrollo estudiantil. Estos valores son significativos ya que indican una aceptación parcial de la importancia de la neurodidáctica en la mejora del aprendizaje de los estudiantes, aunque todavía hay espacio para un mayor convencimiento y aplicación de estas estrategias en el aula.

Diseño de la estrategia neurodidáctica para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes del séptimo de EGB

El objetivo principal de la estrategia neurodidáctica es mejorar el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes. Para lograr este objetivo, la estrategia se centra en diseñar e implementar actividades de enseñanza que aprovechen los principios de la neurociencia educativa para optimizar el aprendizaje. Esto implica crear un entorno de aprendizaje estimulante y significativo que promueva la comprensión profunda de los conceptos matemáticos, la resolución creativa de problemas y la aplicación de estrategias de pensamiento lógico. Además, la estrategia busca fomentar la confianza de los estudiantes en sus habilidades matemáticas y cultivar su capacidad para enfrentar desafíos matemáticos con éxito. En última instancia, el objetivo es equipar a los estudiantes con las habilidades y el pensamiento crítico necesarios para enfrentar con confianza los problemas matemáticos tanto dentro como fuera del aula.

La estrategia neurodidáctica diseñada para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año en matemáticas se compone de varias etapas clave, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Etapas de la estrategia neurodidáctica



A continuación, se ofrece un resumen del desarrollo de las etapas.

1. Identificación de objetivos y conceptos clave.

Los objetivos y conceptos clave identificados para la estrategia neurodidáctica en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en estudiantes del séptimo año de EGB son los siguientes.

Objetivos Específicos

- 1- Utilizar el sistema de coordenadas cartesianas y la generación de sucesiones con sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.
- Desarrollar habilidades para ubicar puntos en el plano cartesiano y comprender la relación entre los valores de las coordenadas.

- Practicar la generación de sucesiones numéricas utilizando operaciones básicas, fortaleciendo así la comprensión de patrones numéricos y lógicos.
2. Participar en equipos de trabajo para la solución de problemas de la vida cotidiana.
 - Fomentar el trabajo colaborativo para resolver problemas cotidianos que requieren el uso de algoritmos y estrategias matemáticas.
 - Integrar el uso de tecnología y conceptos de proporcionalidad en la resolución de situaciones problemáticas del entorno.
 3. Resolver problemas relacionados con el cálculo de perímetros, áreas, volúmenes y masas.
 - Desarrollar habilidades para calcular medidas geométricas y realizar conversiones de unidades en contextos prácticos.
 - Estimular la comprensión del espacio y las dimensiones mediante la resolución de problemas que involucran medidas y figuras geométricas.
 4. Descubrir patrones geométricos y fomentar la perseverancia en la búsqueda de soluciones.
 - Identificar patrones geométricos en diferentes contextos, como juegos, edificaciones y objetos culturales, para promover la apreciación de la Matemática y la persistencia en la resolución de problemas.
 5. Analizar, interpretar y representar información estadística.
 - Desarrollar habilidades para analizar datos estadísticos utilizando tecnología y calcular medidas de tendencia central.
 - Fortalecer la vinculación con la realidad ecuatoriana mediante el análisis e interpretación de información estadística relevante.

Conceptos Clave

- Coordenadas cartesianas y ubicación de puntos en el plano.
- Operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división.
- Proporcionalidad y aplicación en situaciones cotidianas.

- Medidas geométricas: perímetros, áreas, volúmenes y masas.
- Patrones numéricos y geométricos.
- Interpretación y representación de datos estadísticos.
- Uso de tecnología para el análisis matemático.
- Trabajo colaborativo y resolución de problemas en equipo.

Estos objetivos y conceptos clave serán el enfoque central de la estrategia neurodidáctica, diseñada para promover el desarrollo integral del pensamiento lógico matemático en los estudiantes del séptimo año de EGB.

2. Diseño de actividades y recursos

Se diseñarán actividades y recursos didácticos que fomenten la participación activa de los estudiantes y promuevan la conexión de los conceptos matemáticos con situaciones del mundo real. Las actividades diseñadas incluyen, entre otras.

Actividad 1. Exploración del sistema de coordenadas cartesianas

- a) **Objetivo:** Familiarizar a los estudiantes con el sistema de coordenadas cartesianas y su aplicación en la representación de puntos.
- b) **Descripción:** los estudiantes trabajarán en parejas para dibujar y etiquetar puntos en un plano cartesiano. Utilizarán una serie de coordenadas dadas para ubicar puntos específicos y luego crearán sus propias coordenadas para que sus compañeros las identifiquen.
- c) **Recursos didácticos:** plano cartesiano impreso, lápices de colores, reglas, hojas de papel.
- d) **Conexión con la neurodidáctica:** esta actividad promueve el aprendizaje activo al involucrar a los estudiantes en la manipulación de objetos físicos, lo que puede mejorar la retención y comprensión de conceptos al proporcionar una experiencia táctil. Además, al trabajar en

parejas, se fomenta la colaboración y el intercambio de ideas, lo que puede fortalecer la conexión social en el proceso de aprendizaje.

Actividad 2. Generación de sucesiones numéricas

- a) **Objetivo:** Desarrollar la habilidad de los estudiantes para generar sucesiones numéricas utilizando sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.
- b) **Descripción:** los estudiantes formarán grupos pequeños y crearán secuencias numéricas utilizando operaciones matemáticas básicas. Luego, presentarán sus secuencias al resto de la clase y explicarán el patrón utilizado para generarlas.
- c) **Recursos didácticos:** tarjetas numeradas, papel y lápiz.
- d) **Conexión con la neurodidáctica:** el enfoque en la resolución de problemas y la generación de patrones numéricos puede estimular la plasticidad cerebral al desafiar a los estudiantes a encontrar nuevas formas de abordar situaciones matemáticas. La actividad fomenta la exploración y el descubrimiento, lo que puede promover la neuroplasticidad al crear nuevas conexiones sinápticas en el cerebro.

Actividad 3. Resolución de problemas en equipos

- a) **Objetivo:** Fomentar el trabajo en equipo y la aplicación de algoritmos matemáticos en la resolución de problemas cotidianos.
- b) **Descripción:** Los estudiantes trabajarán en equipos para resolver una serie de problemas relacionados con situaciones cotidianas, como repartir una cantidad de dinero entre varias personas o calcular el área de un terreno. Utilizarán algoritmos de suma, resta, multiplicación y división, así como estrategias de proporcionalidad, y presentarán sus soluciones al resto de la clase.
- c) **Recursos didácticos:** Problemas de la vida real impresos, pizarras o papel para trabajar en equipo, marcadores.
- d) **Conexión con la neurodidáctica:** Al trabajar en equipos, los estudiantes tienen la oportunidad de discutir y colaborar, lo que puede activar áreas del cerebro relacionadas con

el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Además, el enfoque en problemas cotidianos puede aumentar la relevancia y la atención de los estudiantes, lo que puede mejorar la retención de la información.

Actividad 4. Exploración de patrones geométricos

- a) **Objetivo:** Desarrollar la capacidad de los estudiantes para identificar y describir patrones geométricos en diferentes contextos.
- b) **Descripción:** los estudiantes trabajarán de forma individual o en parejas para identificar patrones geométricos en imágenes de juegos infantiles, edificaciones u objetos culturales. Utilizarán herramientas tecnológicas, como aplicaciones de dibujo o geometría interactiva, para resaltar y analizar los patrones encontrados.
- c) **Recursos didácticos:** imágenes impresas de juegos infantiles, edificaciones u objetos culturales, dispositivos tecnológicos con aplicaciones de dibujo o geometría interactiva.
- d) **Conexión con la neurodidáctica:** al utilizar herramientas tecnológicas y visuales, esta actividad puede estimular la atención y el interés de los estudiantes al proporcionar una experiencia multisensorial. La exploración de patrones geométricos también puede promover la cognición espacial y el reconocimiento de formas, lo que puede fortalecer la conexión entre áreas del cerebro relacionadas con la percepción visual y la resolución de problemas.

Actividad 5. Análisis de datos estadísticos

- a) **Objetivo:** Utilizar herramientas tecnológicas para analizar y representar datos estadísticos de interés para los estudiantes.
- b) **Descripción:** los estudiantes utilizarán software estadístico o herramientas en línea para analizar datos estadísticos relacionados con temas de interés para ellos, como el rendimiento de su

equipo deportivo favorito o las tendencias de consumo de alimentos. Luego, crearán gráficos y diagramas para representar los datos de manera visual y compartirán sus hallazgos con la clase.

- c) Recursos didácticos: software estadístico o herramientas en línea para análisis de datos, dispositivos tecnológicos para la presentación visual de datos.
- d) Conexión con la neurodidáctica: el uso de herramientas tecnológicas puede facilitar el procesamiento de información al proporcionar representaciones visuales de datos estadísticos. Esto puede mejorar la comprensión y la interpretación de la información, ya que los estudiantes pueden interactuar con los datos de una manera más dinámica. Además, al trabajar con datos relevantes para su vida diaria, se puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, lo que puede potenciar el aprendizaje y la retención de la información.

Estas actividades están diseñadas para ser interactivas, promover la participación activa de los estudiantes y conectar los conceptos matemáticos con situaciones del mundo real. Al implementar estas actividades en el aula, se busca estimular el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades matemáticas fundamentales en los estudiantes del séptimo año de EGB.

3. Implementación de técnicas de enseñanza neurodidácticas

Para implementar técnicas de enseñanza neurodidácticas en las actividades diseñadas, se seguirán los siguientes enfoques.

1. Uso de metáforas y analogías: durante la exploración del sistema de coordenadas cartesianas, se pueden utilizar metáforas visuales o analogías simples para explicar conceptos abstractos. Por ejemplo, comparar el plano cartesiano con un mapa de coordenadas de un juego de búsqueda del tesoro, donde los puntos son tesoros escondidos.
2. Aprendizaje basado en problemas: la resolución de problemas en equipos permitirá a los estudiantes enfrentarse a desafíos de la vida real, lo que activará áreas del cerebro relacionadas con la resolución de problemas y la toma de decisiones. Esta técnica también fomenta la autonomía y el pensamiento crítico, aspectos clave para la neurodidáctica.

3. Trabajo cooperativo: todas las actividades están diseñadas para que los estudiantes trabajen en equipos, lo que fomenta la interacción social y la colaboración. Esto activa las áreas del cerebro asociadas con el procesamiento social y emocional, lo que puede mejorar la motivación y el compromiso con el aprendizaje.
4. Incorporación de elementos visuales y manipulativos: el uso de recursos visuales como el plano cartesiano impreso y herramientas manipulativas como tarjetas numeradas proporciona una experiencia multisensorial que estimula diferentes áreas del cerebro. Esto puede mejorar la retención y comprensión de los conceptos matemáticos al crear conexiones más fuertes en el cerebro.
5. Enseñanza adaptativa: durante la implementación de las actividades, se observará activamente el progreso y comprensión de los estudiantes. Se adaptarán las estrategias de enseñanza según las necesidades individuales y grupales, lo que promueve un aprendizaje personalizado y efectivo. Esto puede activar áreas del cerebro asociadas con la atención y la memoria, facilitando un aprendizaje más significativo y duradero.

Al emplear estas técnicas de enseñanza neurodidácticas, se busca crear un ambiente de aprendizaje estimulante y enriquecedor que favorezca el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes del séptimo grado.

4. Observación y retroalimentación

Durante la implementación de la estrategia neurodidáctica, se realizará una observación constante y detallada de las interacciones de los estudiantes con las actividades propuestas. Esto se llevará a cabo mediante la observación directa en el aula, el registro de notas y la recopilación de datos relevantes sobre el compromiso, la participación y el progreso de cada estudiante.

La observación permitirá identificar cualquier desafío o dificultad que los estudiantes puedan enfrentar al participar en las actividades diseñadas. Además, ayudará a evaluar la efectividad de las técnicas de enseñanza neurodidácticas implementadas y su impacto en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes.

Además de la observación, se proporcionará retroalimentación continua y personalizada a los estudiantes. Esta retroalimentación se centrará en destacar los puntos fuertes de cada estudiante y proporcionar orientación específica para mejorar su comprensión y desempeño en matemáticas. Se fomentará un enfoque de mejora continua, donde los estudiantes reciban el apoyo necesario para superar obstáculos y alcanzar sus metas de aprendizaje.

La combinación de observación y retroalimentación permitirá ajustar la estrategia neurodidáctica según las necesidades específicas del grupo de estudiantes, asegurando así una experiencia de aprendizaje efectiva y significativa para todos.

5. Promoción de la reflexión y metacognición

Para promover la reflexión y la metacognición entre los estudiantes durante la implementación de la estrategia neurodidáctica, se llevarán a cabo diversas actividades diseñadas para ayudarles a comprender cómo piensan y aprenden. Estas actividades incluirán lo siguiente.

1. Sesiones de reflexión guiada: se dedicará tiempo en clase para que los estudiantes reflexionen sobre sus propios procesos de pensamiento y aprendizaje. Se les harán preguntas que los inviten a pensar en cómo abordan los problemas matemáticos, qué estrategias utilizan y cómo podrían mejorar su enfoque.
2. Autoevaluación: se proporcionarán herramientas y pautas para que los estudiantes evalúen su propio desempeño y comprensión en matemáticas. Esto puede incluir listas de verificación, rúbricas o cuestionarios diseñados para que los estudiantes reflexionen sobre sus fortalezas y áreas de mejora.
3. Planificación de estudios: se enseñarán técnicas de planificación y organización del tiempo de estudio, ayudando a los estudiantes a establecer metas de aprendizaje claras y a desarrollar un plan para alcanzarlas. Se les animará a reflexionar sobre sus hábitos de estudio y a identificar estrategias efectivas para maximizar su tiempo de aprendizaje.
4. Identificación de estrategias de resolución de problemas: se guiará a los estudiantes para que analicen y reflexionen sobre las estrategias que utilizan para resolver problemas matemáticos.

Se les animará a explorar diferentes enfoques y a considerar la eficacia de cada uno en función del contexto del problema.

Al fomentar la reflexión y la metacognición de esta manera, se empodera a los estudiantes para que se conviertan en aprendices más autónomos y efectivos. Esto les permitirá desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos y mejorar su capacidad para abordar problemas de manera más eficiente y efectiva.

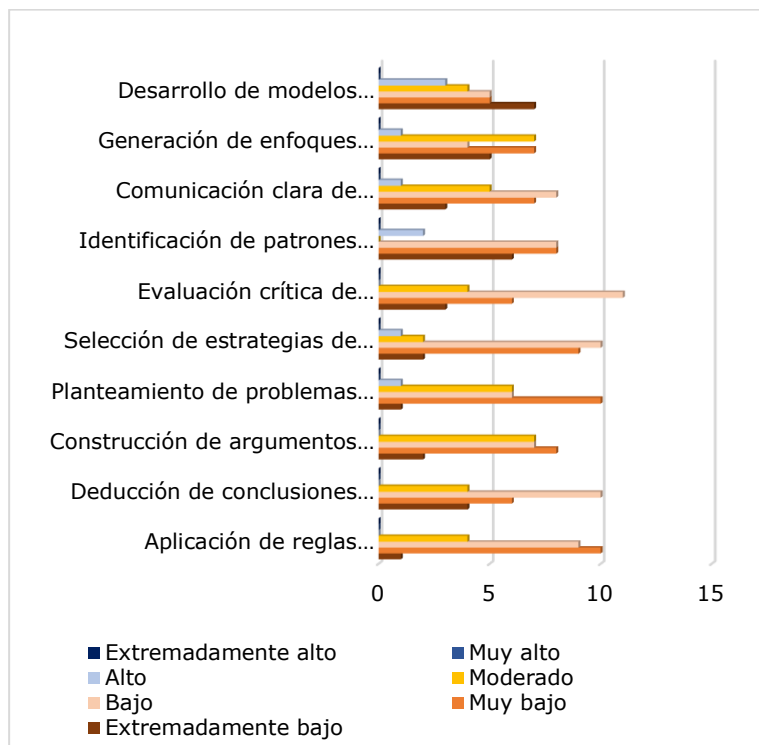
6. Evaluación del impacto

Al finalizar la implementación, se evaluará el impacto de la estrategia en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes. Esto se hará comparando los resultados antes y después de la implementación mediante pruebas específicas y observaciones. Luego, se analizarán los datos para identificar cambios significativos y se proporcionará retroalimentación a los docentes. Los hallazgos se resumirán en un informe para informar futuras decisiones educativas.

Resultados de la implementación de la estrategia en la unidad educativa El Ángel

El análisis de los resultados del pre-test a los estudiantes del séptimo año participantes en el estudio, revela áreas de mejora significativas en varios aspectos del pensamiento lógico matemático (Figura 3). La aplicación de reglas matemáticas muestra un alto porcentaje de respuestas en los niveles extremadamente bajo (40%) y muy bajo (20%), lo que sugiere una falta de comprensión y habilidad para aplicar conceptos matemáticos de manera efectiva. Asimismo, la deducción de conclusiones lógicas presenta un 40% en el nivel muy bajo y un 30% en el nivel bajo, indicando dificultades en el razonamiento deductivo.

Figura 3. Resultados de la evaluación del pensamiento lógico matemático en los estudiantes (pre-test)

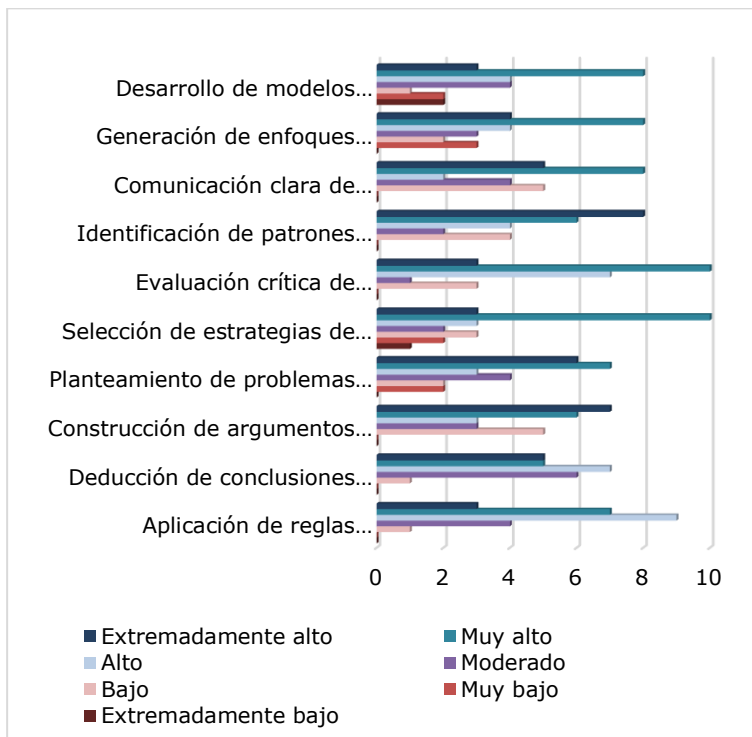


En relación con la construcción de argumentos matemáticos, se observa un 50% de respuestas en los niveles muy bajo y bajo, lo que señala una limitada capacidad para construir argumentos sólidos basados en principios matemáticos. Además, el planteamiento de problemas matemáticos muestra un 50% en el nivel muy bajo y un 30% en el nivel bajo, lo que sugiere dificultades para formular problemas de manera clara y precisa.

En cuanto a la selección de estrategias de resolución, se registran valores predominantemente bajos y moderados, con un 40% en el nivel bajo y un 30% en el nivel moderado. Esto indica que los estudiantes pueden tener dificultades para elegir las estrategias adecuadas para abordar problemas matemáticos. Similarmente, la evaluación crítica de soluciones muestra un 40% en el nivel bajo y un 30% en el nivel moderado, lo que sugiere una capacidad limitada para evaluar de manera crítica las soluciones propuestas.

Por otro lado, el análisis del post-test (Figura 4) revela una mejora en varias áreas del pensamiento lógico matemático en comparación con los resultados del pre-test. En la aplicación de reglas matemáticas, se observa que ya no hay respuestas en los niveles extremadamente bajo y muy bajo, lo que representa una mejora significativa, pasando del 16.67% al 0% en el nivel más bajo y del 50% al 27% en el nivel bajo.

Figura 4. Resultados de la evaluación del pensamiento lógico matemático en los estudiantes (post-test)



En cuanto a la deducción de conclusiones lógicas, se registra una disminución en los niveles bajos y moderados, con un aumento considerable en los niveles altos y muy altos, lo que sugiere un avance en la capacidad de razonamiento deductivo y la inferencia lógica por parte de los estudiantes, pasando del 50% al 30% en el nivel bajo y del 33.33% al 53% en el nivel alto.

En la construcción de argumentos matemáticos, se observa una reducción en los niveles bajos y moderados, con un aumento en los niveles altos y muy altos, lo que indica una mejora en la

capacidad de los estudiantes para elaborar argumentos sólidos basados en principios matemáticos, pasando del 22.22% al 46% en el nivel bajo y del 0% al 20% en el nivel alto.

Respecto al planteamiento de problemas matemáticos, se observa una disminución en los niveles bajos y moderados, con un aumento en los niveles altos y muy altos, lo que sugiere una mejora en la habilidad de los estudiantes para formular problemas de manera clara y precisa, pasando del 25% al 7% en el nivel bajo y del 0% al 13% en el nivel alto.

Los resultados de las pruebas estadísticas muestran una correlación significativa entre la implementación de la estrategia neurodidáctica y el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes (Tabla 2). Los valores de Phi, V de Cramer y Coeficiente de Contingencia son consistentemente altos para todos los indicadores, tanto en el pretest como en el postest, con niveles de significación muy bajos ($p < 0.001$ en todos los casos). Esto sugiere una fuerte asociación entre la estrategia implementada y el rendimiento de los estudiantes en cada uno de los aspectos evaluados.

Tabla 2. Resultados de las pruebas estadísticas pretest-postest para medir la correlación entre la estrategia neurodidáctica y el desarrollo del pensamiento lógico matemático

Indicadores	Phi		V de Cramer		Coeficiente de contingencia	
	Valor	Significació n	Valor	Significació n	Valor	Significació n
Aplicación de reglas matemáticas	0,871	0,000	0,871	0,000	0,657	0,000
Deducción de conclusiones lógicas	0,763	0,000	0,763	0,000	0,607	0,000
Construcción de argumentos matemáticos	0,698	0,001	0,698	0,001	0,567	0,001
Planteamiento de problemas matemáticos	0,688	0,001	0,686	0,001	0,567	0,001

Selección de estrategias de resolución	0,686	0,001	0,686	0,001	0,565	0,001
Evaluación crítica de soluciones	0,858	0,000	0,858	0,000	0,651	0,000
Identificación de patrones numéricos	0,816	0,000	0,816	0,000	0,632	0,000
Comunicación clara de procedimientos	0,709	0,000	0,709	0,000	0,578	0,000
Generación de enfoques innovadores	0,687	0,001	0,687	0,001	0,566	0,001
Desarrollo de modelos matemáticos creativos	0,610	0,007	0,610	0,007	0,521	0,007

Específicamente, los valores de Phi, V de Cramer y Coeficiente de Contingencia para cada indicador muestran una correlación positiva y significativa entre la implementación de la estrategia neurodidáctica y el desarrollo de habilidades como la aplicación de reglas matemáticas, la deducción de conclusiones lógicas, la construcción de argumentos matemáticos, el planteamiento de problemas, la selección de estrategias de resolución, la evaluación crítica de soluciones, la identificación de patrones numéricos, la comunicación clara de procedimientos, la generación de enfoques innovadores y el desarrollo de modelos matemáticos creativos.

Estos resultados respaldan la efectividad de la estrategia neurodidáctica en promover el pensamiento lógico matemático de los estudiantes y sugieren que la implementación de enfoques pedagógicos basados en la neurociencia puede ser una herramienta valiosa para mejorar el rendimiento académico en matemáticas.

Evaluación de la estrategia neurodidáctica a través del criterio de expertos

Para la selección de los 10 expertos en el campo educativo que participaron en la fase 4 de la evaluación de la estrategia neurodidáctica, se llevó a cabo un proceso riguroso que garantizara una representación diversa de perspectivas y experiencia. Este proceso se fundamentó en dos criterios

principales: la experiencia previa en neurodidáctica y enseñanza de matemáticas, y las recomendaciones de colegas y líderes educativos.

En primer lugar, se identificaron posibles candidatos que cumplieran con los requisitos de experiencia y conocimiento en neurodidáctica y matemáticas. Se consideraron tanto a profesores con una sólida trayectoria en la aplicación de metodologías neurodidácticas en el aula como a estudiantes avanzados en el área, que podrían ofrecer una perspectiva fresca y actualizada desde su formación académica.

Luego, se procedió a evaluar la experiencia y el expertise de cada candidato mediante la revisión de su historial profesional, su participación en proyectos relacionados con neurodidáctica y matemáticas, así como sus contribuciones a la investigación en el campo educativo. Se dio prioridad a aquellos candidatos que demostraron un compromiso sólido con la mejora de la enseñanza de las matemáticas a través de enfoques neurodidácticos innovadores. También se realizaron consultas a colegas y líderes educativos para obtener recomendaciones de expertos que pudieran aportar una perspectiva valiosa al proceso de evaluación. Estas recomendaciones se tuvieron en cuenta al seleccionar a los 10 participantes finales, con el objetivo de garantizar una representación equilibrada de diversos enfoques y opiniones en el análisis de la estrategia neurodidáctica.

Tras la implementación de la estrategia neurodidáctica para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en estudiantes de séptimo grado, se llevó a cabo la evaluación por parte de los expertos. Los resultados indican una alta valoración de la estrategia, destacando su eficacia para promover el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes.

Figura 5. Resultados de la evaluación de la estrategia neurodidáctica por los expertos



Los resultados de la evaluación de la estrategia neurodidáctica revelan un impacto positivo en múltiples aspectos cruciales del proceso educativo en matemáticas. Se observa una mejora significativa en la aplicación práctica de conceptos matemáticos y en la resolución de problemas complejos, con un alto porcentaje de respuestas clasificadas en las categorías "Alto" y "Muy Alto". Este resultado sugiere que los estudiantes están aplicando de manera efectiva los conocimientos adquiridos y están abordando desafíos matemáticos más complejos con confianza y habilidad.

Los expertos señalaron que la estrategia incorpora de manera efectiva principios neurocientíficos, como el enfoque en la atención, la memoria y el procesamiento de la información, lo que potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula de matemáticas. Asimismo, resaltaron la diversidad de actividades diseñadas, que permiten abordar diferentes estilos de aprendizaje y mantener la motivación de los estudiantes a lo largo de la clase. Además, se destacó la adecuada secuencia de las actividades, que facilita la progresión en la adquisición de los conceptos matemáticos y el desarrollo del pensamiento crítico. En general, los expertos consideraron que la estrategia

neurodidáctica es una herramienta valiosa para mejorar la enseñanza de las matemáticas y fomentar el pensamiento lógico en los estudiantes.

Después de recopilar las evaluaciones y sugerencias de los expertos, se llevó a cabo un proceso de análisis detallado para identificar áreas de mejora y posibles ajustes en la estrategia. Las sugerencias de los expertos fueron consideradas con cuidado y se utilizaron para informar el proceso de mejora continua de la estrategia.

Se priorizaron las sugerencias de los expertos según su relevancia y viabilidad para la implementación. Aquellas sugerencias que se alineaban con los objetivos de la estrategia y que ofrecían mejoras significativas en el desarrollo del pensamiento lógico matemático fueron consideradas como prioritarias. Una vez identificadas las áreas de mejora prioritarias, se diseñaron planes de acción específicos para abordar cada una de ellas. Estos planes de acción incluyeron la revisión y modificación de actividades, la incorporación de nuevos recursos didácticos, la adaptación de estrategias de enseñanza y aprendizaje, y la implementación de técnicas adicionales de neurodidáctica que pudieran mejorar la efectividad de la estrategia.

Es importante destacar que el proceso de mejora de la estrategia fue iterativo y colaborativo. Se involucró a todos los miembros del equipo educativo, incluyendo a los diseñadores de la estrategia, los profesores y los propios estudiantes, en la implementación de los cambios y la evaluación de su impacto en el aula. Esta retroalimentación continua permitió ajustar y perfeccionar la estrategia a lo largo del tiempo, asegurando que siguiera siendo relevante y efectiva para el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una visión profunda sobre la efectividad de una estrategia neurodidáctica para mejorar el desarrollo del pensamiento lógico matemático en estudiantes de séptimo grado. Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas que destacan la importancia de integrar principios neurocientíficos en la enseñanza de las matemáticas para promover un aprendizaje significativo y duradero (De Smedt & Grabner, 2016; Rivera-Rivera, 2019; Thomas et al., 2019).

La fase exploratoria reveló falta de conocimiento y capacitación en neurodidáctica entre los docentes participantes, lo cual concuerda con estudios anteriores que señalan la necesidad de mayor formación en este campo (Jiménez Pérez et al., 2019; Privitera, 2021). La disposición hacia el aprendizaje continuo evidenciada por un alto porcentaje de profesores es alentadora y sugiere un potencial para la adopción de enfoques pedagógicos basados en la neurociencia en el aula (Ansari & Lyons, 2016; Mareschal, 2016).

Los resultados del pretest indicaron áreas de mejora en diversos aspectos del pensamiento lógico matemático, como la aplicación de reglas matemáticas y la deducción de conclusiones lógicas. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que resaltan las dificultades de los estudiantes en la aplicación práctica de conceptos matemáticos y en el razonamiento deductivo (Indriati, 2018; Powell et al., 2021). Sin embargo, la mejora significativa observada en el post-test sugiere el impacto positivo de la estrategia neurodidáctica en el desarrollo de estas habilidades, respaldando la eficacia de enfoques pedagógicos basados en la neurociencia para mejorar el rendimiento académico en matemáticas (Dietrichson et al., 2021; Lein et al., 2020).

Los resultados de las pruebas estadísticas mostraron una correlación significativa entre la implementación de la estrategia neurodidáctica y el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que han encontrado asociaciones entre enfoques pedagógicos basados en la neurociencia y el rendimiento académico en matemáticas (Artemenko et al., 2019; Schneider et al., 2016).

La evaluación por parte de expertos destacó la efectividad de la estrategia neurodidáctica para promover el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes. Estos hallazgos respaldan la importancia de integrar principios neurocientíficos en la enseñanza de las matemáticas para mejorar el rendimiento estudiantil y fomentar el pensamiento crítico (De Smedt & Grabner, 2016; Sheromova et al., 2020).

Conclusiones

La implementación de una estrategia neurodidáctica en el ámbito educativo, específicamente dirigida al desarrollo del pensamiento lógico matemático en estudiantes de séptimo grado, ha

demostrado ser prometedora en la mejora de diversas habilidades cognitivas y académicas. A través de un enfoque basado en principios de la neurociencia educativa, se diseñó y aplicó una estrategia centrada en actividades de enseñanza que buscan optimizar el proceso de aprendizaje matemático.

Los resultados obtenidos tanto de las encuestas exploratorias a los docentes como de los pretests y post-tests a los estudiantes indican áreas de mejora significativas en diversos aspectos del pensamiento lógico matemático. A pesar de las limitaciones iniciales en el conocimiento de neurodidáctica entre el cuerpo docente, así como en la aplicación de estrategias neurodidácticas en el aula, se observó un progreso notable en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos por parte de los estudiantes.

La evaluación de la estrategia por parte de expertos en el campo educativo respalda la eficacia de la misma, destacando su capacidad para promover un aprendizaje significativo, el desarrollo de habilidades cognitivas y el pensamiento crítico en los estudiantes. Los resultados de las pruebas estadísticas también corroboran la correlación positiva y significativa entre la implementación de la estrategia neurodidáctica y el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes.

Este estudio contribuye al creciente cuerpo de literatura sobre la integración de la neurociencia en la educación y subraya la importancia de adoptar enfoques pedagógicos fundamentados en evidencia científica. Además, destaca la necesidad de ofrecer formación y apoyo continuo a los docentes para la implementación efectiva de estrategias neurodidácticas en el aula.

No obstante, es importante reconocer que el estudio presenta algunas limitaciones, como la falta de un grupo de control y la necesidad de un seguimiento a largo plazo para evaluar el mantenimiento de los efectos observados. Por tanto, futuras investigaciones podrían abordar estas cuestiones para fortalecer aún más la validez y generalización de los hallazgos obtenidos en este estudio.

Referencias

- Ansari, D., & Lyons, I. M. (2016). Cognitive neuroscience and mathematics learning: how far have we come? Where do we need to go? *ZDM*, *48*, 379-383.
- Artemenko, C., Soltanlou, M., Bieck, S. M., Ehlis, A. C., Dresler, T., & Nuerk, H. C. (2019). Individual differences in math ability determine neurocognitive processing of arithmetic complexity: A combined fNIRS-EEG study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*, 227.
- Chávez, L. M. C., & Baca, R. L. C. (2020). Neurodidáctica como alternativa innovadora para optimizar el aprendizaje. *Revista Varela*, *20*(56), 145-157.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage.
- De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2016). Potential applications of cognitive neuroscience to mathematics education. *ZDM*, *48*, 249-253.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.
- Indriati, D. (2018, April). Profile of mathematical reasoning ability of 8th grade students seen from communicational ability, basic skills, connection, and logical thinking. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1008, No. 1, p. 012078). IOP Publishing.
- Lein, A. E., Jitendra, A. K., & Harwell, M. R. (2020). Effectiveness of mathematical word problem solving interventions for students with learning disabilities and/or mathematics difficulties: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, *112*(7), 1388.
- 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.

Lema, A. M. S., & Goitia, J. M. G. (2023). El desarrollo del razonamiento lógico matemático en la enseñanza general básica superior. *Revista Panamericana de Pedagogía*, (35), 152-165.

Mareschal, D. (2016). The neuroscience of conceptual learning in science and mathematics. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 114-118.

Piddubna, O., Maksymchuk, A., Lytvychenko, D., Revutska, O., Moskalenko, M., & Sopina, O. (2023). Implementing Neuropedagogical Innovation in Schools: From Theory to Practice. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 14(2), 37-58.

Privitera, A. J. (2021). A scoping review of research on neuroscience training for teachers. *Trends in Neuroscience and Education*, 24, 100157.

Privitera, G. J., & Ahlgrim-Delzell, L. (2018). *Research methods for education*. Sage Publications.

Rivera-Rivera, E. (2019). El neuroaprendizaje en la enseñanza de las matemáticas: la nueva propuesta educativa. *Entorno*, (67), 157-168.

Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(4), 477-492.

Schneider, M., Krick, C. M., & Appel, M. (2016). Does EEG reveal differential effects of quantity training and reasoning training in children with mathematical difficulties? *Frontiers in Psychology*, 7, 1976.

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).