

El uso de la neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas

The use of neurodidactics to enhance the learning of seventh-grade students with difficulties in mathematical skills

Mirko Fabián Valverde Vera¹ (mfvalverdev@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0007-1780-5090>)

Cisne Gabriela Ortiz Merchán² (cgortizm@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0002-3272-7450>)

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

Resumen

Esta investigación se centra en el diseño y desarrollo de una estrategia neurodidáctica destinada a mejorar el aprendizaje de estudiantes de séptimo año que presentan dificultades en el dominio de habilidades matemáticas. Se parte del reconocimiento de la importancia de entender cómo funciona el cerebro en el proceso de aprendizaje, así como de la necesidad de abordar las necesidades individuales de los estudiantes para promover su éxito académico. La estrategia neurodidáctica desarrollada se fundamenta en la comprensión de los estilos de aprendizaje, las fortalezas cognitivas y las emociones de los estudiantes. Se incorporan técnicas específicas basadas en la neurociencia, como el uso de múltiples modalidades de enseñanza, la repetición espaciada, la retroalimentación formativa y la promoción de un ambiente emocionalmente seguro en el aula. La implementación de la estrategia neurodidáctica se lleva a cabo en un grupo de estudiantes de séptimo año con dificultades en matemáticas durante un período de seis semanas. Se recopilan datos cualitativos y cuantitativos para evaluar la efectividad de la estrategia en términos de mejora del rendimiento académico, la motivación y la autoeficacia de los estudiantes en matemáticas. Los resultados preliminares indican que la estrategia neurodidáctica diseñada ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes con dificultades en habilidades matemáticas. Se observa un aumento en el rendimiento académico, así como una mayor motivación y confianza en las capacidades matemáticas de los participantes. Estos hallazgos respaldan la utilidad y relevancia de la neurodidáctica como enfoque para abordar las necesidades de los estudiantes con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas.

Palabras clave: uso de la neurodidáctica, potenciar el aprendizaje, estudiantes de séptimo año, dificultades en habilidades matemáticas.

¹ Escuela municipal Juan de Dios Avilés Zárate, 12H00890 Quevedo, Ecuador

² Unidad educativa Ramón Riófrio Bustamante, 11H01666 Pindal, Ecuador

³ Universidad Bolivariana del Ecuador, 092405 Durán, Ecuador

Abstract

This research focuses on the design and development of a neurodidactic strategy aimed at improving the learning of seventh-grade students who have difficulties in mastering mathematical skills. It starts from the recognition of the importance of understanding how the brain works in the learning process, as well as the need to address the individual needs of students to promote their academic success. The neurodidactic strategy developed is based on the understanding of the learning styles, cognitive strengths and emotions of the students. Specific techniques based on neuroscience are incorporated, such as the use of multiple teaching modalities, spaced repetition, formative feedback, and promoting an emotionally safe classroom environment. The implementation of the neurodidactic strategy is carried out in a group of seventh-grade students with difficulties in mathematics over a period of six weeks. Qualitative and quantitative data are collected to evaluate the effectiveness of the strategy in terms of improving students' academic performance, motivation, and self-efficacy in mathematics. The preliminary results indicate that the neurodidactic strategy designed has had a positive impact on the learning of students with difficulties in mathematical skills. An increase in academic performance is observed, as well as greater motivation and confidence in the mathematical abilities of the participants. These findings support the usefulness and relevance of neurodidactics as an approach to address the needs of students with difficulties in learning mathematics.

Key words: use of neurodidactics, enhance learning, seventh year students, difficulties in mathematical skills.

Introducción

Potenciar el desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes de séptimo año es crucial por varias razones. Las matemáticas son una herramienta fundamental en numerosos aspectos de la vida cotidiana y en muchas profesiones. Desde calcular el cambio en una compra hasta comprender conceptos financieros o resolver problemas científicos; las habilidades matemáticas son esenciales para desenvolverse en el mundo moderno.

Fortalecer las habilidades matemáticas en séptimo año sienta las bases para un aprendizaje más avanzado en matemáticas y disciplinas relacionadas en el futuro. La comprensión de conceptos básicos como álgebra, geometría y estadística en esta etapa prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos más complejos en la educación secundaria y superior (Perez et al., 2022).

El desarrollo de habilidades matemáticas en séptimo año fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Al enfrentarse a situaciones matemáticas, los estudiantes aprenden a analizar, razonar y encontrar soluciones efectivas, habilidades que son útiles en todas las áreas de la vida. Potenciar las habilidades matemáticas en séptimo año también puede aumentar la

confianza de los estudiantes en sus capacidades académicas. A medida que adquieren más habilidades y comprenden conceptos más complejos, es probable que se sientan más seguros y motivados para participar activamente en su educación matemática y en otras áreas del currículo (Jamil et al., 2021).

En un mundo cada vez más impulsado por la tecnología, las habilidades matemáticas son aún más importantes. La programación, la ciencia de datos, la ingeniería y muchas otras áreas requieren un sólido conocimiento matemático. Potenciar estas habilidades desde séptimo año puede preparar a los estudiantes para aprovechar las oportunidades en campos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en el futuro (Grubov et al., 2024).

Al potenciar el desarrollo de habilidades matemáticas, se está invirtiendo en el futuro de la sociedad. Los estudiantes con sólidas habilidades matemáticas tienen más probabilidades de convertirse en ciudadanos informados y capaces de contribuir de manera significativa al progreso y la innovación en diversos campos. Esto es especialmente importante en países en vía de desarrollo como el Ecuador.

El uso de la neurodidáctica para potenciar el aprendizaje

El uso de la neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de estudiantes es fundamental para abordar las necesidades individuales de cada uno. La neurodidáctica se basa en la comprensión del funcionamiento del cerebro y cómo se aprende, lo que permite diseñar estrategias de enseñanza más efectivas y personalizadas.

La neurodidáctica permite identificar los estilos de aprendizaje y las fortalezas cognitivas de cada estudiante. Al comprender cómo procesa la información el cerebro de cada individuo, los educadores pueden adaptar su enseñanza para satisfacer las necesidades específicas de los estudiantes con dificultades en matemáticas, ya sea a través de métodos visuales, auditivos o kinestésicos (Cedeño & Bailón, 2021).

La neurodidáctica proporciona herramientas para desarrollar la plasticidad cerebral y superar las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Mediante el uso de técnicas como la repetición espaciada, el aprendizaje multisensorial y la retroalimentación formativa, los estudiantes pueden fortalecer las conexiones neuronales relacionadas con las habilidades matemáticas y mejorar su rendimiento académico.

Mediante el uso de la neurodidáctica se presenta un enfoque en el aprendizaje emocional. Se reconoce que las emociones juegan un papel crucial en el proceso de aprendizaje, y los educadores pueden utilizar estrategias para promover un ambiente positivo y seguro en el aula, reduciendo así la ansiedad y el estrés asociados con las matemáticas (Zhang et al., 2024).

La neurodidáctica fomenta la metacognición y la autorregulación del aprendizaje. Los estudiantes aprenden a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje, identificar estrategias efectivas y regulares su esfuerzo y atención, lo que les permite desarrollar una mayor autonomía y eficacia en el dominio de las habilidades matemáticas (Privitera & Du, 2022).

A partir del escenario antes descrito se define como problema científico ¿Cómo potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas? Se plantea como objetivo de la investigación desarrollar una estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas. Se defiende la hipótesis que con el desarrollo de una estrategia neurodidáctica se potencia el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas.

Materiales y métodos

La investigación presentada describe un estudio de desarrollo, de tipo mixto, con un diseño preexperimental de grupo único. El proceso comenzó con la selección de estudiantes de séptimo año de una escuela secundaria, utilizando criterios específicos para identificar a aquellos con dificultades en habilidades matemáticas. Se determinó la participación de 21 estudiantes de un total de 40. Se revisaron los registros académicos y se utilizaron evaluaciones previas realizadas por los profesores para esta selección. Se obtuvo la colaboración de 15 docentes de un total de 28 de la propia institución.

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con la neurociencia educativa, la neurodidáctica y las estrategias de enseñanza efectivas para estudiantes con dificultades en matemáticas. Esta revisión proporcionó una comprensión sólida de los fundamentos teóricos necesarios para el diseño de la estrategia neurodidáctica.

Se establecieron varios indicadores para medir habilidades matemáticas de los estudiantes de séptimo año. La tabla 1 muestra las variables e indicadores utilizados para medir habilidades matemáticas de los estudiantes de séptimo año. Cada indicador se evaluó utilizando una escala de calificación Likert de 5 categorías (1: Muy mal- 5: Muy bien), lo que permitió una medición detallada y uniforme de estas habilidades durante el estudio.

Tabla 1. Variables e indicadores utilizados para medir habilidades matemáticas de los estudiantes de séptimo año.

Variable	Indicadores
Rendimiento académico en matemáticas	Promedio de calificaciones en exámenes de matemáticas.

	Porcentaje de respuestas correctas en pruebas de matemáticas.
	Calificaciones en tareas y proyectos relacionados con matemáticas.
Autoeficacia en matemáticas	Puntuación en cuestionarios de autoevaluación de autoeficacia en matemáticas.
	Nivel de acuerdo con afirmaciones relacionadas con la confianza en las habilidades matemáticas.
	Autoevaluación del grado de dificultad percibido en diferentes tareas matemáticas.
Motivación hacia las matemáticas	Puntuación en escalas de medición de motivación intrínseca y extrínseca hacia las matemáticas.
	Participación voluntaria en actividades relacionadas con matemáticas fuera del aula.
	Opiniones sobre la importancia y utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana.

La variable rendimiento académico en matemáticas se refiere al nivel de competencia que tienen los estudiantes en el área de matemáticas. Su medición se realizará a través de calificaciones en exámenes, tareas y proyectos relacionados con matemáticas. Un alto rendimiento académico indica una comprensión sólida de los conceptos matemáticos, mientras que un bajo rendimiento sugiere dificultades en la comprensión y aplicación de estos conceptos.

La variable autoeficacia en matemáticas representa en la percepción que tienen los estudiantes sobre su propia capacidad para tener éxito en situaciones que requieren habilidades matemáticas. Esa variable será analizada mediante cuestionarios de autoevaluación que miden la confianza y seguridad de los estudiantes en sus habilidades matemáticas.

La variable motivación hacia las matemáticas se refiere al grado de interés, entusiasmo y perseverancia que muestran los estudiantes hacia el aprendizaje y la práctica de las matemáticas. Será evaluada mediante escalas de medición que evalúan la motivación intrínseca y extrínseca hacia las matemáticas, así como la percepción de su utilidad y relevancia en la vida cotidiana.

La implementación de la estrategia neurodidáctica diseñada se realizó durante un período de tiempo de seis semanas en el aula de matemáticas de los estudiantes seleccionados, en espacios abiertos, y en el laboratorio de computación de la propia institución educativa. Se llevaron a cabo

sesiones de enseñanza utilizando la estrategia, con adaptaciones según las necesidades individuales de los estudiantes y el contexto del aula.

Recopilación de datos

Se recopilaron datos antes, durante y después de la implementación de la estrategia neurodidáctica. Esto incluyó pruebas de rendimiento académico en matemáticas, cuestionarios de autoevaluación de motivación y autoeficacia en matemáticas, así como observaciones de comportamiento en el aula.

Análisis de datos

Los datos recopilados fueron analizados utilizando métodos estadísticos y técnicas de análisis cualitativo. Se compararon los resultados antes y después de la implementación de la estrategia para evaluar su efectividad en términos de mejora del rendimiento académico, la motivación y la autoeficacia de los estudiantes en matemáticas.

Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos fueron interpretados en relación con los objetivos de la investigación y los hallazgos previos en el campo de la neurociencia educativa. Se discutieron las implicaciones de los resultados y se exploraron posibles explicaciones para los patrones observados.

Validación y generalización

Se realizó una validación cruzada de los resultados mediante la comparación con estudios similares y la consulta con expertos en el campo. La validación por criterio de expertos se llevó a cabo a través de un comité conformado por profesionales y académicos con experiencia en educación. El objetivo estuvo encaminado a evaluar la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas.

Se proporcionó a los expertos la estrategia neurodidáctica con una explicación detallada de la estructura general. Los expertos evaluaron la estrategia neurodidáctica según 9 criterios distribuidos en tres dimensiones, la tabla 2 muestra estos criterios. La evaluación se realiza mediante una escala Likert de 5 categorías (1-nada pertinente: 5-muy pertinente).

Tabla 2. Dimensiones y criterios de para evaluar la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas.

Dimensión	Criterios de evaluación
Mejora del rendimiento académico en matemáticas	Mejora en las calificaciones de los estudiantes en exámenes y pruebas de matemáticas.
	Incremento en el porcentaje de respuestas correctas en tareas y proyectos relacionados con matemáticas. Aumento en la participación y el compromiso de los estudiantes durante las actividades de aprendizaje de matemáticas.
Aumento de la autoeficacia en matemáticas	Mejora en las puntuaciones de los estudiantes en cuestionarios de autoevaluación de autoeficacia en matemáticas.
	Aumento en el grado de acuerdo de los estudiantes con afirmaciones relacionadas con la confianza en sus habilidades matemáticas.
	Reducción en la percepción de dificultad en diferentes tareas matemáticas.
Incremento de la motivación hacia las matemáticas	Aumento en las puntuaciones de los estudiantes en escalas de medición de motivación hacia las matemáticas.
	Mayor participación voluntaria en actividades relacionadas con matemáticas fuera del aula.
	Incremento en las opiniones positivas sobre la importancia y utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana.

La dimensión mejora del rendimiento académico en matemáticas evalúa el impacto de la estrategia neurodidáctica en el rendimiento académico de los estudiantes en el área de matemáticas. Se centra en medir la mejora en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos, así como en el logro de resultados satisfactorios en evaluaciones formales e informales.

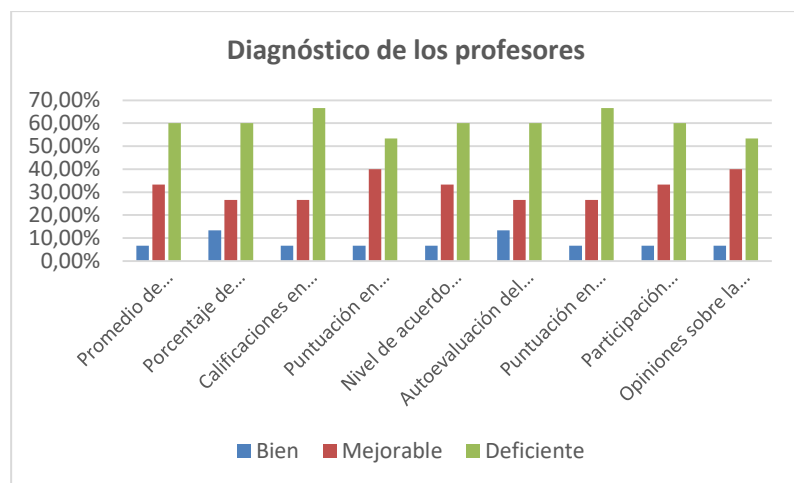
La dimensión aumento de la autoeficacia en matemáticas evalúa el impacto de la estrategia neurodidáctica en la percepción de los estudiantes sobre su propia capacidad para tener éxito en situaciones que requieren habilidades matemáticas. Se enfoca en medir el aumento de la confianza y seguridad de los estudiantes en sus habilidades matemáticas.

La dimensión incremento de la motivación hacia las matemáticas evalúa el impacto de la estrategia neurodidáctica en el interés, entusiasmo y perseverancia de los estudiantes hacia el aprendizaje y la práctica de las matemáticas. Se centra en medir el aumento de la motivación intrínseca y extrínseca hacia las matemáticas.

Resultados

El diagnóstico se llevó a cabo mediante una encuesta realizada a los docentes con el objetivo de conocer el estado del aprendizaje de los estudiantes de séptimo año. Se realizó el análisis del rendimiento académico de los estudiantes en diferentes áreas, priorizando las matemáticas. Se consideraron las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, ya sea a través de la visualización, la auditiva, la kinestésica u otros estilos de aprendizaje. Esto ayudó a adaptar la estrategia de enseñanza para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes. La figura 1 muestra el diagnóstico de los profesores sobre el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de séptimo año.

Figura 1. Diagnóstico de los profesores sobre el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de séptimo año.



El diagnóstico del aprendizaje de los estudiantes revela una distribución heterogénea en cuanto al rendimiento y la percepción en el área de matemáticas. En primer lugar, se observa que un pequeño porcentaje de estudiantes muestra un rendimiento satisfactorio en diferentes aspectos evaluados, como el promedio de calificaciones en exámenes (6,60%) y el porcentaje de

respuestas correctas en pruebas (13,30%). Estos resultados sugieren la existencia de una minoría de estudiantes que demuestran un dominio adecuado de los conceptos matemáticos y una confianza razonable en sus habilidades.

Sin embargo, la mayoría de los estudiantes muestran áreas que requieren mejoras significativas. Un porcentaje considerable de estudiantes se encuentra en la categoría "Mejorable", lo que indica que tienen potencial para mejorar su desempeño en matemáticas con la intervención adecuada. Por ejemplo, el porcentaje de respuestas correctas en pruebas (26,60%) y la calificación en tareas y proyectos (26,60%) muestran un nivel de competencia muy bajo, lo que sugiere la necesidad de estrategias de enseñanza personalizadas y apoyo adicional.

Por otro lado, una proporción considerable de estudiantes se encuentra en la categoría "Deficiente", lo que sugiere que enfrentan desafíos significativos en el aprendizaje de las matemáticas. Por ejemplo, el promedio de calificaciones en exámenes (60,00%) y la calificación en tareas y proyectos (66,60%) muestran un nivel insatisfactorio de dominio de los conceptos matemáticos. Esto resalta la urgente necesidad de implementar intervenciones específicas y programas de apoyo para abordar las deficiencias en el aprendizaje de estos estudiantes y mejorar su rendimiento académico en matemáticas. De manera general, el diagnóstico realizado proporcionó una comprensión detallada del estado actual del aprendizaje de los estudiantes en matemáticas, identificando áreas de fortaleza, oportunidades de mejora y necesidades críticas de intervención.

Diseño de la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas

La estrategia neurodidáctica diseñada para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas, tiene como objetivo principal fomentar un ambiente de enseñanza que aproveche los principios de funcionamiento del cerebro para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año de EGB. La estrategia se estructura en varias etapas, comenzando con la evaluación inicial de las necesidades individuales de los estudiantes a través de pruebas y observaciones activas. Luego, se enfoca en el desarrollo de la neurocreatividad mediante proyectos creativos, resolución de problemas abiertos, discusiones razonadas, práctica variada y contextualizada, investigación guiada y colaboración creativa. Con estas actividades se pretende estimular el pensamiento crítico, la exploración autónoma y la aplicación práctica de los conceptos matemáticos, promoviendo así un aprendizaje significativo y duradero para estudiantes con dificultades en habilidades matemáticas. La figura 2 muestra la estructura general de la estrategia propuesta.

Figura 2. Estructura general de la estrategia neurodidáctica para el desarrollo de habilidades matemáticas.



Etapa 1. Observación y diagnóstico personalizado

Prueba inicial: se realiza una prueba inicial para evaluar el nivel de conocimiento y habilidades de los estudiantes antes de implementar la estrategia neurodidáctica. Esta prueba proporciona información exacta sobre las fortalezas y debilidades de los estudiantes de séptimo año de EGB en la asignatura matemática.

Diagnóstico de las necesidades individuales de los estudiantes: la neurodidáctica ofrece herramientas y enfoques para comprender mejor cómo aprenden los estudiantes a nivel cerebral, esta comprensión es necesaria para diagnosticar sus necesidades individuales. En este sentido se propone la realización de las siguientes actividades.

- **Observación activa:** el docente debe observar cómo los estudiantes interactúan con el material de aprendizaje y entre ellos mismos. Se debe prestar atención a las señales verbales y no verbales que indican su nivel de interés, compromiso y comprensión. Por ejemplo, ¿muestran signos de frustración o aburrimiento al enfrentarse a ciertos conceptos? ¿se involucran activamente en las actividades de aprendizaje?
- **Análisis de dificultades de aprendizaje:** aunque la estrategia está dirigida a estudiantes con dificultades en habilidades matemáticas, el docente debe caracterizar si hay patrones consistentes de dificultades en ciertos tipos de tareas o conceptos. Por ejemplo, algunos estudiantes pueden tener dificultades con la comprensión numérica, mientras que otros pueden enfrentarse a problemas con la resolución de problemas abstractos. Por lo tanto, es necesaria esta caracterización para atender las necesidades individuales de cada estudiante.

- Evaluación de la atención y la memoria: aunque se han identificado interpretaciones erróneas acerca de la memorización en matemáticas y en el sistema educativo en sentido general, la práctica docente ha evidenciado la necesidad de desarrollar esta habilidad. En este aspecto, es importante que el docente observe si los estudiantes tienen dificultades para mantener la atención o recordar la información presentada. Se recomienda utilizar técnicas como la repetición espaciada o el refuerzo positivo para mejorar la retención de la información.

Reconocimiento de estilos de aprendizaje: al integrar principios de neurodidáctica en la práctica educativa, los docentes pueden desarrollar una comprensión más profunda de las necesidades individuales de sus estudiantes y proporcionar intervenciones más efectivas y personalizadas para apoyar su aprendizaje. Es por esto que, en la presente estrategia, el reconocimiento de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, se ha tratado como una de las actividades primarias a desarrollar. Para realizar este reconocimiento, se recomienda la utilización de herramientas como cuestionarios o evaluaciones de estilos de aprendizaje para determinar cómo los estudiantes prefieren procesar y asimilar la información. Algunos pueden ser aprendices visuales, mientras que otros pueden aprender mejor a través de la práctica activa o la discusión verbal. Para concretar esta actividad, se recomienda la realización de las siguientes acciones.

- Entrevistas individuales: el docente debe realizar entrevistas breves con cada estudiante para conocer sus preferencias y experiencias de aprendizaje en matemáticas. Se pueden realizar preguntas abiertas sobre cómo se sienten más cómodos aprendiendo, qué tipos de actividades les resultan más interesantes y qué estrategias les ayudan a entender mejor los conceptos matemáticos.
- Cuestionarios de estilos de aprendizaje: se recomienda la aplicación de cuestionarios diseñados para identificar estilos de aprendizaje específicos, como visual, auditivo, kinestésico, o preferencias de procesamiento. Los resultados deben ser analizados en detalle para entender las preferencias individuales de cada estudiante.
- Actividades prácticas: se recomienda la realización de actividades matemáticas que involucren diferentes modalidades de aprendizaje, como el uso de manipulativos para estudiantes kinestésicos, gráficos y diagramas para estudiantes visuales, y explicaciones verbales para estudiantes auditivos. En este caso, el docente debe observar cómo responden los estudiantes a cada tipo de actividad.
- Información variada: el contenido curricular se puede presentar a los estudiantes en distintos formatos, de manera que se permita a los estudiantes demostrar su comprensión de conceptos a través de diferentes medios, como presentaciones visuales, videos explicativos, o modelos físicos. El docente debe observar qué enfoques prefieren y en qué modalidades se destacan.

Etapa 2. Actividades neurodidácticas para el aprendizaje de matemáticas

Entrenamiento de la memoria: la memoria es una de las capacidades y niveles de pensamiento que primero se pide que interiorice el estudiante, ya que con ella alcanzará el análisis y el desarrollo total de la creatividad en su cerebro. Uno de los desafíos importantes para el docente de matemáticas es que hoy en día los estudiantes no quieren memorizar. En esta actividad es fundamental que los estudiantes puedan memorizar definiciones, propiedades, leyes matemáticas, teoremas y todo lo que le sirva para resolver ejercicios matemáticos. En este aspecto se deben crear recursos educativos creativos y atractivos para desarrollar esta habilidad. Se recomienda el uso de herramientas digitales para hacer más atractivo e interactivo el proceso.

Escritura correcta de los números: hacer los números de forma correcta y organizada ayuda significativamente en la comprensión matemática. La organización les da un estilo de pensamiento procedimental que les ayuda a comprender las situaciones analíticas que surgen. En este aspecto, el docente dedicará un tiempo dentro de clases para corregir la escritura de los números y establecerá actividades competitivas para motivar la correcta escritura de los números y la organización, limpieza y claridad general del cuaderno de clases.

Desarrollo de actividades lúdicas: el docente debe utilizar juegos de mesa, aplicaciones interactivas o juegos en línea que involucren matemáticas. Por ejemplo, juegos de contar, rompecabezas matemáticos, o juegos de memoria con operaciones matemáticas. Otras actividades lúdicas a desarrollar son las siguientes.

- **Historias matemáticas:** se deben crear historias o problemas que involucren las matemáticas en situaciones cotidianas o fantásticas. Esto ayuda a los estudiantes a contextualizar los conceptos y a desarrollar habilidades de resolución de problemas.
- **Música y ritmo:** se pueden utilizar canciones, rimas o juegos rítmicos para enseñar conceptos matemáticos como patrones, secuencias y medidas. Por ejemplo, aprender la tabla de multiplicación usando canciones, o crear ritmos basados en secuencias numéricas.
- **Actividades al aire libre:** se recomienda aprovechar el entorno natural para enseñar matemáticas. Por ejemplo, medir distancias con pasos, o explorar patrones numéricos en la naturaleza.

Etapa 3. Desarrollo de la neurocreatividad: en esta etapa la tarea de los docentes de matemáticas es fomentar la creatividad en sus estudiantes de manera actitudinal, para generar una estructura con capacidad de desafiar lo nuevo, de innovar y adaptarse al cambio. En ese mismo contexto, la propuesta de enseñar y preparar la educación se fundamenta en el sentido de formar estudiantes creativos y dejar atrás los viejos modelos pedagógicos. En este sentido, se propone la realización de las siguientes actividades.

- **Proyectos creativos:** el docente puede fomentar la participación en proyectos creativos que involucren matemáticas, como la creación de patrones con bloques de construcción, la construcción de maquetas que requieran medidas y proporciones, o la elaboración de recetas que impliquen fracciones y proporciones.
- **Resolución de problemas abiertos:** se puede proporcionar a los estudiantes problemas matemáticos que no tengan una solución única y los anime a encontrar múltiples enfoques para resolverlos. De esta manera se fomenta la exploración, el pensamiento divergente y la experimentación.
- **Discusión y razonamiento:** es importante promover la discusión y el razonamiento matemático a través de preguntas abiertas que estimulen la reflexión y el pensamiento crítico, en cada una de las actividades de la estrategia neurodidáctica. El docente puede preguntar a los estudiantes cómo llegaron a una solución, o por qué creen que cierto patrón funciona de cierta manera.
- **Práctica variada y contextualizada:** el docente puede proporcionar actividades de práctica que varíen en formato y contexto para mantener el interés y la motivación de los estudiantes. Por ejemplo, problemas de matemáticas en forma de juegos, rompecabezas o actividades de resolución de problemas en grupo.
- **Investigación y descubrimiento guiado:** es necesario desarrollar competencias asertivas para animar a los estudiantes a investigar temas matemáticos que les interesen y a descubrir nuevas conexiones y aplicaciones. Para esta actividad se debe proporcionar recursos y orientación, pero darles espacio para que actúen con libertad y autonomía, de manera que puedan explorar y hacer descubrimientos por sí mismos.
- **Colaboración creativa:** fomentar la colaboración entre los estudiantes para resolver problemas matemáticos de manera creativa es una de las actividades fundamentales a realizar en las clases de matemáticas. Se pueden organizar sesiones de lluvia de ideas donde los estudiantes compartan ideas y enfoques diferentes, y trabajen juntos para encontrar soluciones innovadoras.

Integración de herramientas tecnológicas: se recomienda la integración de las tecnologías educativas y juegos en dispositivos electrónicos que estén diseñados para enseñar matemáticas de manera interactiva y divertida. Se deben priorizar aquellas herramientas que ofrezcan retroalimentación inmediata, e implementen distintos niveles de complejidad. Se pueden integrar herramientas y recursos tecnológicos como software de diseño gráfico, programas de simulación, o aplicaciones de realidad aumentada. Esto les permite explorar conceptos matemáticos de manera interactiva y estimulante.

Etapa 4. Evaluación y retroalimentación: la etapa de evaluación y retroalimentación en la estrategia neurodidáctica propuesta, es fundamental para comprender el progreso de los

estudiantes, identificar áreas de mejora y proporcionar retroalimentación efectiva que promueva el aprendizaje continuo y la disminución de las deficiencias individuales en matemáticas. Se recomienda realizar evaluaciones tanto formativas como sumativas.

Evaluaciones diferenciadas: el docente puede proporcionar opciones de evaluación que se adapten a los estilos de aprendizaje de los estudiantes, como exámenes escritos, presentaciones orales, o proyectos prácticos. Se puede partir de los resultados obtenidos en la etapa 1, y luego continuar el análisis sobre cómo le va a cada estudiante en los diferentes tipos de evaluación.

Retroalimentación personalizada: el docente debe proporcionar retroalimentación personalizada que se adapte a las necesidades, características y resultados individuales de cada estudiante. Se deben identificar las áreas específicas donde necesitan mejorar y brindarles orientación y apoyo práctico para superar esas dificultades.

Refuerzo positivo y retroalimentación constructiva: es importante que el docente reconozca el esfuerzo y el progreso de los estudiantes con elogios y recompensas. La retroalimentación debe ser constructiva para ayudar a los estudiantes a mejorar sus habilidades matemáticas de manera positiva y alentadora.

Monitoreo del progreso individual: se debe realizar un seguimiento del progreso individual de cada estudiante a lo largo del tiempo. Esta actividad va a definir la incorporación de adaptaciones a la estrategia propuesta en función del progreso de cada estudiante.

Implementación de la estrategia neurodidáctica

Para la implementación de la estrategia propuesta se contó con la colaboración de 15 docentes de la institución. Junto a los autores de la investigación, se realizó la planificación cuidadosa de cada etapa de la estrategia, así como la creación de los recursos educativos, los instrumentos de evaluación, y la selección de las herramientas digitales a emplear. Se estableció una reunión informativa con los padres de los estudiantes para explicarles los objetivos y beneficios de la estrategia, así como para obtener su consentimiento y apoyo. Se reclutaron un total de 21 estudiantes de séptimo año de EGB con dificultades en habilidades matemáticas. Se comenzó con la evaluación inicial para identificar las necesidades individuales de cada uno en cuanto a su aprendizaje matemático. Durante un periodo de 6 semanas, se llevaron a cabo diversas actividades diseñadas para fomentar la neurocreatividad, incluyendo proyectos creativos, resolución de problemas abiertos, discusiones y prácticas variadas. Los docentes brindaron orientación individualizada a los estudiantes y fomentaron la colaboración entre ellos para maximizar el aprendizaje. Al finalizar el periodo de implementación, se realizó una evaluación para medir el progreso de los estudiantes y se organizó una reunión de retroalimentación con los

padres para compartir los resultados y discutir posibles áreas de mejora. En la tabla 3 se presenta un resumen de las actividades realizadas.

Tabla 3. Implementación de la estrategia neurodidáctica para el aprendizaje de matemáticas.

Etapa	Duración	Actividades
Etapa 1. Observación y diagnóstico personalizado	2 sesiones	<ul style="list-style-type: none"> - Realización de la prueba inicial para evaluar el nivel de conocimiento y habilidades de los estudiantes en matemáticas. - Encuesta a estudiantes sobre estilos de aprendizaje. - Implementación de la guía de observación sobre las necesidades individuales de cada estudiante.
Etapa 2. Actividades neurodidácticas en matemática	3 semanas	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio: Historias matemáticas interactivas. Los docentes crearon 10 historias para formular problemas matemáticos utilizando <i>Microsoft Teams</i> para educación. Estos problemas fueron resueltos en equipos, y se estableció un ranking de puntuación para hacer el desafío más atractivo. - Ejercicio: Juegos de matemáticas al aire libre. Los estudiantes participaron en actividades matemáticas lúdicas utilizando el entorno natural. En grupos pequeños, los estudiantes realizaron actividades como medir distancias y realizaron competencias de resolución mental de ejercicios. - Ejercicio: Juegos virtuales. Los estudiantes asistieron al laboratorio de computación de la escuela para jugar con la aplicación web ArbolABC. Pudieron practicar con números, formas, suma, resta y multiplicación mediante una serie de juegos creativos.
Etapa 3. Desarrollo de la neurocreatividad	3 semanas	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio: Construcción de estructuras matemáticas. Los estudiantes Los estudiantes trabajaron en equipos para diseñar y construir una estructura utilizando bloques de LEGO, cartón y palitos de helado. Planificaron la estructura, considerando aspectos como el diseño, las medidas y las proporciones. - Ejercicio: Debate Matemático. Los estudiantes participaron en una discusión estructurada sobre problemas matemáticos, donde se estimuló la reflexión y el pensamiento crítico. - Ejercicio: Exploración matemática autónoma. El docente proporcionó una lista de temas matemáticos para que los estudiantes eligieran uno de su interés. Investigaron el tema elegido utilizando recursos en línea, libros de texto y otras fuentes de información.

Etapa 4.	2	Evaluación del desempeño y progreso de los estudiantes.
Evaluación y retroalimentación	sesiones	Identificación de áreas de mejora de la estrategia. Retroalimentación personalizada, y compartición de las lecciones aprendidas.

Validación de la estrategia neurodidáctica por expertos

Durante el proceso de validación, los expertos resaltaron diversos aspectos cualitativos de la implementación de la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas. Se observó un alto nivel de efectividad en varios aspectos clave. La figura 3 muestra los resultados de la evaluación cuantitativa de la estrategia neurodidáctica por parte de los expertos.

Los resultados mostraron una mejora en las calificaciones de los estudiantes en exámenes (4,6) y un aumento en el porcentaje de respuestas correctas en tareas (4,8). Estos resultados indican un incremento significativo en el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas. La estrategia neurodidáctica ha demostrado ser efectiva para mejorar la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos, reflejándose en un mejor desempeño en evaluaciones formales e informales.

Aumento en la participación y el compromiso de los estudiantes (4,7). Este resultado sugiere que la estrategia neurodidáctica ha logrado involucrar a los estudiantes de manera más activa en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. El incremento en la participación y el compromiso es fundamental para fomentar un ambiente de aprendizaje dinámico y colaborativo.

Mejora en las puntuaciones de los estudiantes en cuestionarios (4,8) y aumento en la confianza en sus habilidades matemáticas (4,6). Estos resultados indican un incremento en la autoeficacia de los estudiantes en matemáticas. La estrategia neurodidáctica ha contribuido a fortalecer la confianza de los estudiantes en su capacidad para enfrentar y resolver problemas matemáticos, lo que puede tener un impacto positivo en su motivación y persistencia en el aprendizaje de esta materia.

Reducción en la percepción de dificultad en diferentes tareas matemáticas (4,7). Este resultado sugiere que la estrategia neurodidáctica ha ayudado a los estudiantes a superar las barreras percibidas asociadas con las tareas matemáticas. Al sentir menos dificultad, es probable que los estudiantes se sientan más motivados y seguros al abordar nuevos desafíos en matemáticas.

Aumento en las puntuaciones de los estudiantes en escalas de medición de motivación (4,9). Este resultado indica un aumento significativo en la motivación intrínseca y/o extrínseca de los estudiantes hacia las matemáticas. La estrategia neurodidáctica ha logrado despertar un mayor

interés y entusiasmo por el aprendizaje de esta materia, lo que puede tener un impacto positivo en su compromiso y persistencia a largo plazo.

La evaluación por parte de los expertos se realizó a partir de tres dimensiones y sus respectivos criterios. Como resultado se obtuvo que todos los criterios fueron evaluados entre Pertinentes y Muy pertinentes.

Figura 3. Resultados de la evaluación cuantitativa de la estrategia neurodidáctica por parte de los expertos.



Los resultados de la evaluación cuantitativa respaldan la efectividad de la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas. Estos hallazgos destacan la importancia de utilizar enfoques basados en la neurociencia educativa para abordar las necesidades específicas de los estudiantes y mejorar su desempeño académico en matemáticas.

Los expertos ofrecieron sugerencias para fortalecer y mejorar aún más la implementación de la estrategia neurodidáctica.

1. Individualización y adaptación: es fundamental reconocer que cada estudiante tiene un estilo de aprendizaje único y enfrenta desafíos específicos en matemáticas. Por lo tanto, una recomendación es personalizar aún más la estrategia neurodidáctica para satisfacer las necesidades individuales de cada estudiante. Esto podría implicar la identificación temprana de las áreas de dificultad de cada estudiante y la adaptación de las actividades y recursos de enseñanza para abordar esas áreas específicas. Además, se puede implementar un sistema de

- monitoreo continuo del progreso de cada estudiante para ajustar la estrategia según sea necesario.
2. Inclusión de otras tecnologías educativas: la tecnología educativa puede ser una herramienta poderosa para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. Se pueden integrar aplicaciones, programas informáticos y recursos en línea diseñados específicamente para apoyar el aprendizaje de matemáticas y aprovechar las capacidades interactivas y personalizadas que ofrecen. Esto puede incluir tutoriales en línea, simulaciones interactivas, juegos educativos y plataformas de aprendizaje adaptativo que se alineen con los principios de la neurociencia educativa.
 3. Enfoque en el desarrollo de habilidades metacognitivas: además de centrarse en la enseñanza directa de conceptos matemáticos, es importante cultivar las habilidades metacognitivas de los estudiantes. Estas habilidades incluyen la capacidad de planificar, monitorear y evaluar su propio aprendizaje. Una recomendación sería incorporar actividades que fomenten la reflexión sobre los procesos de pensamiento utilizados durante la resolución de problemas matemáticos, así como estrategias para abordar obstáculos y errores. Esto puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una mayor conciencia de sus propias fortalezas y áreas de mejora en matemáticas, lo que a su vez puede mejorar su eficacia como aprendices autónomos.

Dentro del proceso de ajuste y retroalimentación de la estrategia neurodidáctica se consideraron las recomendaciones emitidas por los expertos y fueron incorporadas en la versión definitiva.

Resultados de la implementación de la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje

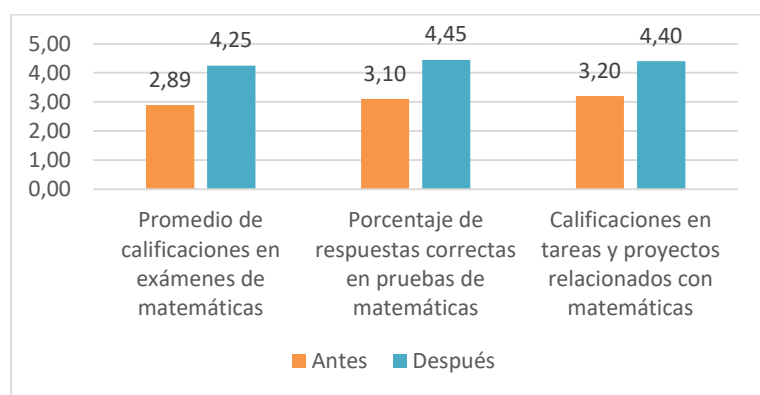
El análisis de los resultados de evaluación media del grupo de estudiantes en la variable Desarrollo de habilidades matemáticas, antes y después de la implementación de la estrategia neurodidáctica evidenció una mejora significativa en las dimensiones evaluadas: Rendimiento académico en matemáticas; Autoeficacia en matemáticas; y Motivación hacia las matemáticas. La figura 4 presenta la evaluación promedio de los indicadores de la variable rendimiento académico en matemáticas. Esta evaluación muestra una mejora significativa después de la implementación de intervenciones específicas. Antes de la intervención, el promedio de calificaciones en exámenes de matemáticas era de 2,89, el porcentaje de respuestas correctas en pruebas era de 3,10 y las calificaciones en tareas y proyectos relacionados con matemáticas eran de 3,20, utilizando una escala del 1 al 5 donde 1 representa un desempeño deficiente y 5 un desempeño excelente.

Después de la intervención, se observa un aumento notable en todos los indicadores. El promedio de calificaciones en exámenes de matemáticas aumentó a 4,25, el porcentaje de respuestas correctas en pruebas aumentó a 4,45 y las calificaciones en tareas y proyectos relacionados con matemáticas aumentaron a 4,40. Estos resultados indican una mejora general en el rendimiento

académico de los estudiantes en matemáticas como resultado de las intervenciones implementadas.

La mejora en el rendimiento académico en matemáticas sugiere que las actividades realizadas durante la intervención fueron efectivas para abordar las necesidades de los estudiantes y mejorar su comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos. Este aumento en el rendimiento académico también tuvo un impacto positivo en la confianza, la motivación y el éxito futuro de los estudiantes en esta área clave del currículo escolar.

Figura 4. Evaluación promedio de los indicadores de la variable rendimiento académico en matemáticas.



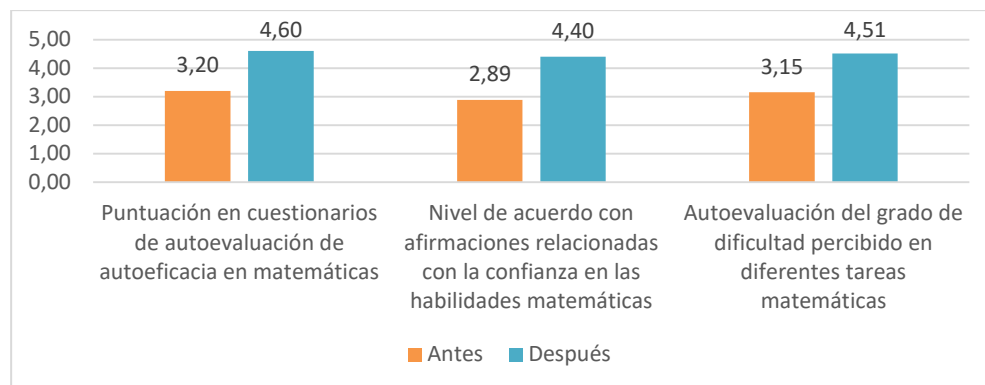
La evaluación promedio de los indicadores de la variable Autoeficacia en matemáticas, experimentó un aumento significativo después de la intervención. Antes de la intervención, la puntuación en cuestionarios de autoevaluación de autoeficacia en matemáticas era de 3,20, el nivel de acuerdo con afirmaciones relacionadas con la confianza en las habilidades matemáticas era de 2,89 y la autoevaluación del grado de dificultad percibido en diferentes tareas matemáticas era de 3,15. La figura 5 muestra la evaluación promedio de los indicadores de la variable autoeficacia en matemáticas.

Después de la intervención, se observa un aumento notable en todos los indicadores. La puntuación en cuestionarios de autoevaluación de autoeficacia en matemáticas aumentó a 4,60, el nivel de acuerdo con afirmaciones relacionadas con la confianza en las habilidades matemáticas aumentó a 4,40 y la autoevaluación del grado de dificultad percibido en diferentes tareas matemáticas aumentó a 4,51. Estos resultados indican un aumento en la confianza y la percepción de competencia de los estudiantes en matemáticas como resultado de las intervenciones implementadas.

El comportamiento de la evaluación promedio de los indicadores de la variable Autoeficacia en matemáticas, sugiere que las actividades realizadas durante la intervención fueron efectivas para

mejorar la percepción de los estudiantes sobre sus habilidades y su capacidad para enfrentar desafíos en matemáticas. Este aumento en la autoeficacia puede tener un impacto positivo en la motivación, la perseverancia y el éxito académico de los estudiantes en esta área.

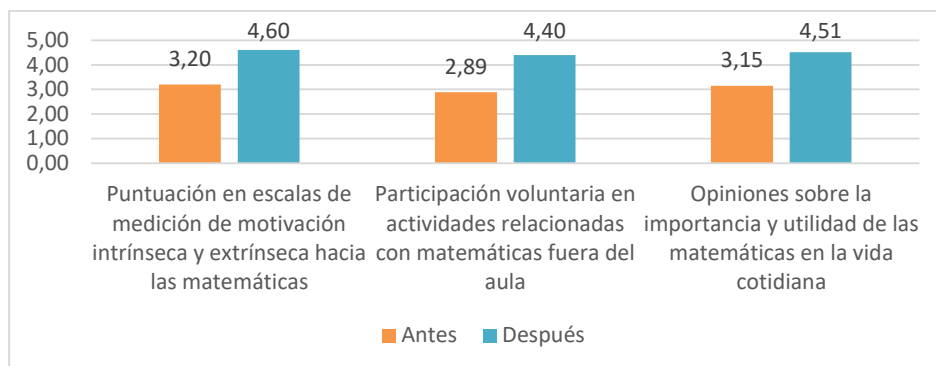
Figura 5. Evaluación promedio de los indicadores de la variable Autoeficacia en matemáticas.



La evaluación promedio de los indicadores de la variable Motivación hacia las matemáticas experimentó un aumento significativo después de la intervención. Antes de la intervención, la puntuación en escalas de medición de motivación intrínseca y extrínseca hacia las matemáticas era de 3,20, la participación voluntaria en actividades relacionadas con matemáticas fuera del aula era de 2,89 y las opiniones sobre la importancia y utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana era de 3,15.

Después de la intervención, se observa un aumento notable en todos los indicadores. La puntuación en escalas de medición de motivación intrínseca y extrínseca hacia las matemáticas aumentó a 4,60, la participación voluntaria en actividades relacionadas con matemáticas fuera del aula aumentó a 4,40 y las opiniones sobre la importancia y utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana aumentaron a 4,51. Estos resultados indican un aumento en la motivación de los estudiantes hacia las matemáticas como resultado de las actividades realizadas. El aumento percibido en la motivación tiene un impacto positivo en el compromiso, la persistencia y el rendimiento académico de los estudiantes en esta área.

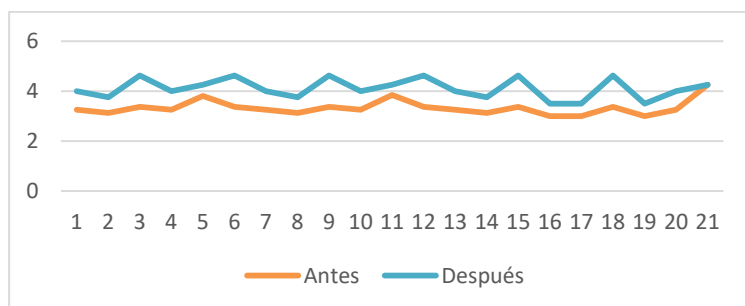
Figura 6. Evaluación promedio de los indicadores de la variable Motivación hacia las matemáticas.



La evaluación promedio integral de los estudiantes muestra un comportamiento general de mejora después de implementar la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje. Antes de la implementación de la estrategia, el promedio de evaluación de los estudiantes estaba en un rango entre 3 y 3.85, mientras que después de la implementación, el rango se elevó entre 3.5 y 4.62. La figura 7 muestra la evaluación promedio general de los estudiantes antes y después de implementar la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de matemáticas.

La mayoría de los estudiantes mostraron una mejora en su evaluación promedio después de la implementación de la estrategia neurodidáctica. Por ejemplo, el estudiante número 1 mejoró de 3.25 a 4, el estudiante número 5 de 3.8 a 4.25, y el estudiante número 11 de 3.85 a 4.25. Estos ejemplos indican una mejora significativa en el desempeño académico de estos estudiantes. Sin embargo, algunos estudiantes mostraron una mejora más modesta o incluso ningún cambio en su evaluación promedio. Por ejemplo, los estudiantes número 16 y 17 mantuvieron su evaluación promedio en 3 después de la implementación de la estrategia. Esto podría sugerir que la estrategia neurodidáctica tuvo un impacto variable en diferentes estudiantes, posiblemente debido a diferencias en estilos de aprendizaje, necesidades individuales y nivel de compromiso.

Figura 7. Evaluación promedio general de los estudiantes antes y después de implementar la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje.



El comportamiento general de la evaluación promedio muestra una tendencia positiva hacia una mejora en el desempeño académico de los estudiantes después de la implementación de la estrategia neurodidáctica. Esto respalda la efectividad de la estrategia en potenciar el aprendizaje de los estudiantes y sugiere que podría ser beneficiosa para una amplia gama de estudiantes en el aula.

El análisis de los resultados de la medición del impacto de la aplicación de la estrategia neurodidáctica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas, revela mejoras significativas en todos los indicadores evaluados, tanto según el coeficiente Tau-b de Kendall como según el coeficiente D de Somer (Tabla 4).

Tabla 4. Medidas de relación entre la implementación de la estrategia neurodidáctica y los indicadores evaluados antes y después.

Indicadores	Tau-b de Kendal			D de Somer		
	Valor	Error estándar asintótico	Significación asintótica (bilateral)	Valor	T aproximada	Significación asintótica (bilateral)
Promedio de calificaciones en exámenes de matemáticas	de 0.128	0.112	0.013	0.348	2.456	0.002
Porcentaje de respuestas correctas	de 0.345	0.083	0.001	0.531	3.566	0.000
Calificaciones en tareas	en 0.124	0.113	0.021	0.475	2.768	0.001
Puntuación en cuestionarios	en 0.322	0.094	0.000	0.421	1.291	0.000
Nivel de confianza en las habilidades matemáticas	0.383	0.096	0.000	0.329	3.475	0.000
Autoevaluación del grado de dificultad	del 0.342	0.091	0.000	0.578	5.321	0.000
Puntuación en escalas de medición de motivación	0.341	0.123	0.011	0.312	2.482	0.029
Participación voluntaria en actividades	0.201	0.088	0.000	0.565	3.456	0.000

relacionadas con matemáticas

Opiniones sobre la importancia y utilidad de las matemáticas

0.242	0.096	0.000	0.559	4.213	0.000
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Las medidas de relación entre la implementación de la estrategia neurodidáctica y los indicadores evaluados antes y después muestran una variedad de comportamientos, pero en general, reflejan una asociación positiva entre la implementación de la estrategia y los indicadores evaluados.

En el promedio de calificaciones en exámenes de matemáticas, se observa una asociación significativa con un valor de Tau-b de Kendal de 0.128 y un valor de T aproximada de 2.456. Esto sugiere que la implementación de la estrategia neurodidáctica está relacionada positivamente con un aumento en el promedio de calificaciones en exámenes de matemáticas.

El porcentaje de respuestas correctas en pruebas se encuentra una asociación altamente significativa con un valor de Tau-b de Kendal de 0.345 y un valor de T aproximada de 3.566, lo que indica que la estrategia neurodidáctica tiene un impacto positivo en el aumento del porcentaje de respuestas correctas en pruebas de matemáticas.

Las calificaciones en tareas y proyectos relacionados con matemáticas también se observa una asociación significativa con un valor de Tau-b de Kendal de 0.124 y un valor de T aproximada de 2.768. Esto sugiere que la estrategia neurodidáctica contribuye al aumento en las calificaciones en tareas y proyectos relacionados con matemáticas.

Otros indicadores como la puntuación en cuestionarios, el nivel de confianza en las habilidades matemáticas, la autoevaluación del grado de dificultad, la puntuación en escalas de medición de motivación, la participación voluntaria en actividades relacionadas con matemáticas y las opiniones sobre la importancia y utilidad de las matemáticas, también muestran asociaciones significativas con la implementación de la estrategia neurodidáctica.

Discusión

La investigación revela la efectividad de la estrategia neurodidáctica diseñada para mejorar el aprendizaje de estudiantes de séptimo año con dificultades en habilidades matemáticas. Los resultados obtenidos respaldan la premisa inicial de que entender el funcionamiento del cerebro y abordar las necesidades individuales de los estudiantes son aspectos fundamentales para promover su éxito académico.

La estrategia neurodidáctica se fundamentó en una comprensión profunda de los estilos de aprendizaje, las fortalezas cognitivas y las emociones de los estudiantes. Al incorporar técnicas

específicas basadas en la neurociencia, como el uso de múltiples modalidades de enseñanza, la repetición espaciada, la retroalimentación formativa y la promoción de un ambiente emocionalmente seguro en el aula, se proporcionó un enfoque integral para abordar las dificultades en matemáticas.

La implementación de la estrategia durante un período de seis semanas en un grupo de 21 estudiantes con dificultades en matemáticas mostró resultados prometedores. Se observó un aumento significativo en el rendimiento académico de los participantes, lo que sugiere que la estrategia fue efectiva para mejorar su comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos.

Se observó un incremento en la motivación y la autoeficacia de los estudiantes hacia las matemáticas. Esto indica que la estrategia neurodidáctica no solo tuvo un impacto en el rendimiento académico, sino que también influyó positivamente en la actitud y la confianza de los estudiantes hacia la materia.

Estos hallazgos son consistentes con la literatura existente sobre neurociencia educativa y estrategias de enseñanza efectivas. Demuestran que la neurodidáctica puede ser un enfoque poderoso para abordar las necesidades de los estudiantes con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas, proporcionando un marco teórico sólido y herramientas prácticas para mejorar su rendimiento académico y su bienestar emocional. La tabla 5 realiza un análisis de las principales investigaciones asociadas al tema de estudios. Los resultados comparativos evidencian la efectividad de la propuesta presentada.

Tabla 5. Comparación con otros resultados científicos.

No.	Fuente	Resultado
1	(Cedeño & Bailón, 2021)	Estrategias neurodidácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje de educación básica.
2	(Tite & Gavilanez, 2023)	La neurodidáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje de los niños de quinto año EGB.
3	(Cueva et al., 2024)	Estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en educación básica.
4	(Ajila et al., 2024)	Integración y evaluación de estrategias neurodidácticas en la práctica pedagógica: potenciando el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación básica.

Cedeño & Bailón (2021) se presenta una estrategia neurodidáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje de educación básica. El propósito principal de la investigación fue conocer la relación que existe entre las estrategias neurodidácticas del docente con la satisfacción y el rendimiento académico en los estudiantes de educación básica de la unidad educativa 18 de

Agosto, de la parroquia San Plácido del cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador. En este sentido, es preciso señalar que la neurodidáctica define estrategias con base en cómo el cerebro aprende y qué estimula su desarrollo en el ámbito escolar. La meta de esta disciplina es sacarle el mejor provecho al funcionamiento cerebral en el momento de adquirir nuevos conocimientos. La emoción, la curiosidad y la atención serán las bases del proceso, a través de un innovador proceso de enseñanza. También interviene la ludificación, que consiste en el uso de juegos en el aula.

Tite & Gavilanez (2023) en la neurodidáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los niños de quinto año EGB, se concluye que la aplicación de la neurodidáctica pretende cambiar el rol tradicional de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento, la consolidación de este y la activación cerebral. En este contexto, se realizó una investigación a los niños de quinto año de educación general básica de la unidad educativa Víctor Proaño Carrión, Calpi, cuyo objetivo fue determinar la incidencia de la neurodidáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje. Metodológicamente la investigación se abordó desde un método mixto con el fin de integrar aspectos cualitativos y cuantitativos. Se trabajó con el diseño de ejecución secuencial y se tomó como base la estrategia contextual revisada.

Cueva et al. (2024) en las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en educación básica. El estudio tiene como objetivo identificar y determinar las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes de educación básica para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en la unidad educativa del milenio Bernardo Valdivieso, de la ciudad de Loja. La investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, de tipo descriptivo. Los resultados muestran que los docentes aplican distintas estrategias neurodidácticas en sus clases, como las sociemocionales, operativas y metodológicas, destacando especialmente el uso frecuente de estas últimas. Estas estrategias han contribuido a fortalecer la dinámica de enseñanza y aprendizaje.

Ajila et al. (2024) se presenta la integración y evaluación de estrategias neurodidácticas en la práctica pedagógica, potenciando el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación básica. La investigación tiene como objetivo identificar y analizar las tácticas neurodidácticas utilizadas por los docentes de Educación Básica para potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la unidad educativa Ramon Moncayo Benítez, de Santo Domingo de los Tsáchilas. El estudio utilizó una técnica descriptiva que incluyó métodos cualitativos y cuantitativos. Los hallazgos indican que los instructores utilizan muchas tácticas neurodidácticas en sus aulas, incluidas estrategias socioemocionales, operativas y metodológicas, con especial énfasis en el uso frecuente de estas últimas. Estas tácticas han mejorado la dinámica de enseñanza y aprendizaje.

Conclusiones

Los resultados de la investigación demuestran la importancia de implementar métodos en la enseñanza de las matemáticas que se centren en la cooperación, manipulación y adaptación de materiales y recursos didácticos, haciéndolos inclusivos y accesibles para todos los estudiantes. Desde esta perspectiva, el rol docente debe orientarse a reducir las barreras al aprendizaje, ofreciendo propuestas educativas inclusivas en torno a las matemáticas y un apoyo adecuado a los estudiantes con dificultades en habilidades matemáticas.

La estrategia neurodidáctica desarrollada se fundamentó en una comprensión profunda de los estilos de aprendizaje, las fortalezas cognitivas y las emociones de los estudiantes. Al incorporar técnicas específicas basadas en la neurociencia, como el uso de múltiples modalidades de enseñanza, la repetición espaciada, la retroalimentación formativa y la creación de un ambiente emocionalmente seguro en el aula, se logró proporcionar un entorno óptimo para el aprendizaje.

La implementación de la estrategia en un grupo de estudiantes con dificultades en matemáticas arrojó resultados alentadores. Se observó un aumento significativo en el rendimiento académico, así como una mayor motivación y confianza en las capacidades matemáticas de los participantes. Estos hallazgos respaldan la utilidad y relevancia de la neurodidáctica como un enfoque efectivo para abordar las necesidades de los estudiantes con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas.

Referencias

- Ajila, J. P. C., Alcívar, C. A. C., Gavilanes, T. J. Z., Guevara, Y. I. O., & Beatriz, C. C. (2024). Integración y Evaluación de Estrategias Neurodidácticas en la Práctica Pedagógica: Potenciando el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Básica. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 5(1), 428–439. <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/download/204/188>
- 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. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/download/3997/3636>
- Cueva, E. J. H., Namcela, W. D. R., Veintimilla, K. R. R., Jara, C. E. J., & Morocho, A. D. R. L. (2024). Estrategias Neurodidácticas Empleadas por los Docentes para Fortalecer el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 1389-1411. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/9528/14110>

- Grubov, V. V., Khramova, M. V., Goman, S., Badarin, A. A., Kurkin, S. A., Andrikov, D. A., Pitsik, E., Antipov, V., Petushok, E., & Brusinskii, N. (2024). *Open-loop neuroadaptive system for enhancing student's cognitive abilities in learning*. IEEE Access. <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/10380310/10487923.pdf>
- Jamil, N., Belkacem, A. N., Ouhbi, S., & Guger, C. (2021). *Cognitive and affective brain-computer interfaces for improving learning strategies and enhancing student capabilities: A systematic literature review*. <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/6514899/09547287.pdf>
- Perez, C. J., Calle-Alonso, F., & Vega-Rodríguez, M. A. (2022). Learning analytics to predict students' performance: A case study of a neurodidactics-based collaborative learning platform. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12913-12938. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11128-y>
- Privitera, A. J., & Du, H. (2022). Educational neurotechnology: Where do we go from here? *Trends in neuroscience and education*, 29, 100195. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211949322000230>
- Tite, M. M. R., & Gavilanez, C. E. M. (2023). La neurodidáctica en el proceso de Enseñanza aprendizaje de los niños de quinto año EGB de la UE Víctor Proaño Carrión, Parroquia Calpi. *Revista Imaginario Social*, 6(2). <http://www.revista-imaginariosocial.com/index.php/es/article/download/100/216>
- Zhang, Y., Hu, Y., Ma, F., Cui, H., Cheng, X., & Pan, Y. (2024). Interpersonal educational neuroscience: A scoping review of the literature. *Educational Research Review*, 100593. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X24000022>