



Análisis detallado de conexiones matemáticas y neuromatemáticas utilizando herramientas ontosemióticas a través de ChatGPT

Benilda María Cantillo-Rudas

Institución Universitaria de Barranquilla

Colombia

becantillo@unibarranquilla.edu.co

Camilo Andrés Rodríguez-Nieto

Universidad de la Costa (CUC)

Colombia

crodrigu79@cuc.edu.co

Flor Monserrat Rodríguez-Vásquez

Universidad Autónoma de Guerrero

México

flor.rodriguez@uagro.mx

Vicenç Font

Universidad de Barcelona

España

vfont@ub.edu

Resumen

La inteligencia artificial, en particular ChatGPT, ha surgido como una herramienta clave en la Educación Matemática, que permite analizar conexiones matemáticas y neuromatemáticas. Este estudio, fundamentado en la Teoría de Conexiones y el Enfoque Ontosemiótico, explora cómo ChatGPT facilita la comprensión de conceptos matemáticos y los procesos cerebrales asociados al aprendizaje. Se llevó a cabo un estudio de caso con un estudiante de bachillerato de 15 años de edad y un profesor de 29 años de edad los cuales resolvieron un problema geométrico, activando conexiones matemáticas (significado, modelado, procedimientos y representaciones) y neuromatemáticas (coordinación motora y reconocimiento de términos). ChatGPT demostró ser eficaz en identificar conexiones procedimentales y representaciones, aunque cuidando la profundidad en propiedades como la asociativa. Además, mientras las conexiones neuromatemáticas permiten un análisis secuencial del aprendizaje, ChatGPT requiere orientación basada en marcos teóricos

establecidos. Este trabajo resalta el potencial de la inteligencia artificial para enriquecer la Educación matemática, subrayando la necesidad de guías pedagógicas para maximizar su impacto.

Palabras claves: Conexiones matemáticas, Conexiones neuromatemáticas, Educación Matemática, ChatGPT.

Introducción

Las conexiones matemáticas son clave para entender objetos matemáticos y su relación con situaciones cotidianas (Rodríguez-Nieto et al., 2023). Investigaciones recientes han analizado conexiones en conceptos geométricos, funciones exponenciales y logarítmicas, y la enseñanza de funciones (Campo-Meneses et al., 2023). Otros estudios exploran cómo estudiantes preuniversitarios abordan problemas relacionados con la derivada y la integral (García-García y Dolores-Flores, 2018). A pesar de estos avances, se ha poco explorado el proceso mental antes de establecer conexiones matemáticas, aunque algunos estudios como los de Osler y Mason (2016) y Giraldo-Rojas et al. (2021) abordan el papel de la neurociencia en la comprensión matemática. Alvarenga et al. (2022) sugieren integrar aspectos neurocientíficos en la formación docente para mejorar la enseñanza. La inteligencia artificial (IA), especialmente ChatGPT, también está transformando la educación matemática. Herramientas de IA permiten personalizar el aprendizaje y ayudar a los docentes a desarrollar estrategias más efectivas (Zafrullah et al., 2023). Estudios recientes han examinado el impacto de ChatGPT en la enseñanza de matemáticas y su capacidad para apoyar a estudiantes en sus tareas, generando respuestas inmediatas en diversas áreas (Castro-Morales et al., 2023). Sin embargo, ChatGPT aún no ha sido utilizado para analizar conexiones matemáticas y neuromatemáticas en los estudiantes. Este trabajo tiene como objetivo investigar estas conexiones a través de un marco teórico que incluye la teoría de conexiones y la neuromatemática, sugiriendo que ChatGPT puede facilitar la comprensión del contenido matemático y la actividad cerebral asociada (Soraya et al., 2023).

Elementos teóricos o conceptuales

La Teoría Ampliada de las Conexiones Matemáticas propone que una conexión es la punta de un iceberg, compuesta por un conglomerado de prácticas, procesos, objetos y funciones semióticas que los vinculan, utilizando herramientas del Enfoque Ontosemiótico. Esta teoría clasifica las conexiones matemáticas en diversas tipologías, como representaciones diferentes, procedimentales, parte-todo, entre otras (García-García y Dolores-Flores, 2018; Rodríguez-Nieto et al., 2023). En este contexto, la neuromatemática se presenta como una disciplina científica que investiga cómo los avances en neurociencia pueden influir en los mecanismos cerebrales asociados al aprendizaje matemático y a los procesos pedagógicos implicados en su enseñanza (Giraldo et al., 2021). A su vez, la innovación tecnológica de ChatGPT, basada en inteligencia artificial y Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) (Setiawan & Luthfiyani, 2023), ofrece un recurso valioso para mejorar la educación, siempre y cuando se utilice con prudencia, permitiendo así una interacción más efectiva y enriquecedora en diversos campos, incluida la Educación Matemática.

Descripción del trabajo a realizar

Esta investigación cualitativa exploratoria analiza las conexiones matemáticas y neuromatemáticas de un estudiante de undécimo grado en la resolución de un problema geométrico, desarrollada en cinco etapas: 1) selección del participante, 2) recolección de datos mediante una tarea y observación no participante, 3) análisis de conexiones matemáticas, 4) análisis de conexiones neuromatemáticas y 5) integración de los resultados usando ChatGPT. La tarea planteada consistió en calcular el volumen de una caja de pasta de dientes Oral-B encontrada por el estudiante, cuyas dimensiones eran: ancho 3 cm, altura 4,5 cm y longitud 20 cm.

Resultados

Para analizar las conexiones se usa el método de análisis detallado de conexiones matemáticas que consiste en hacer una narrativa, identificar el sistema de prácticas matemáticas y procesos, objetos primarios, configuración cognitiva y funciones semióticas (ver Figura 1).

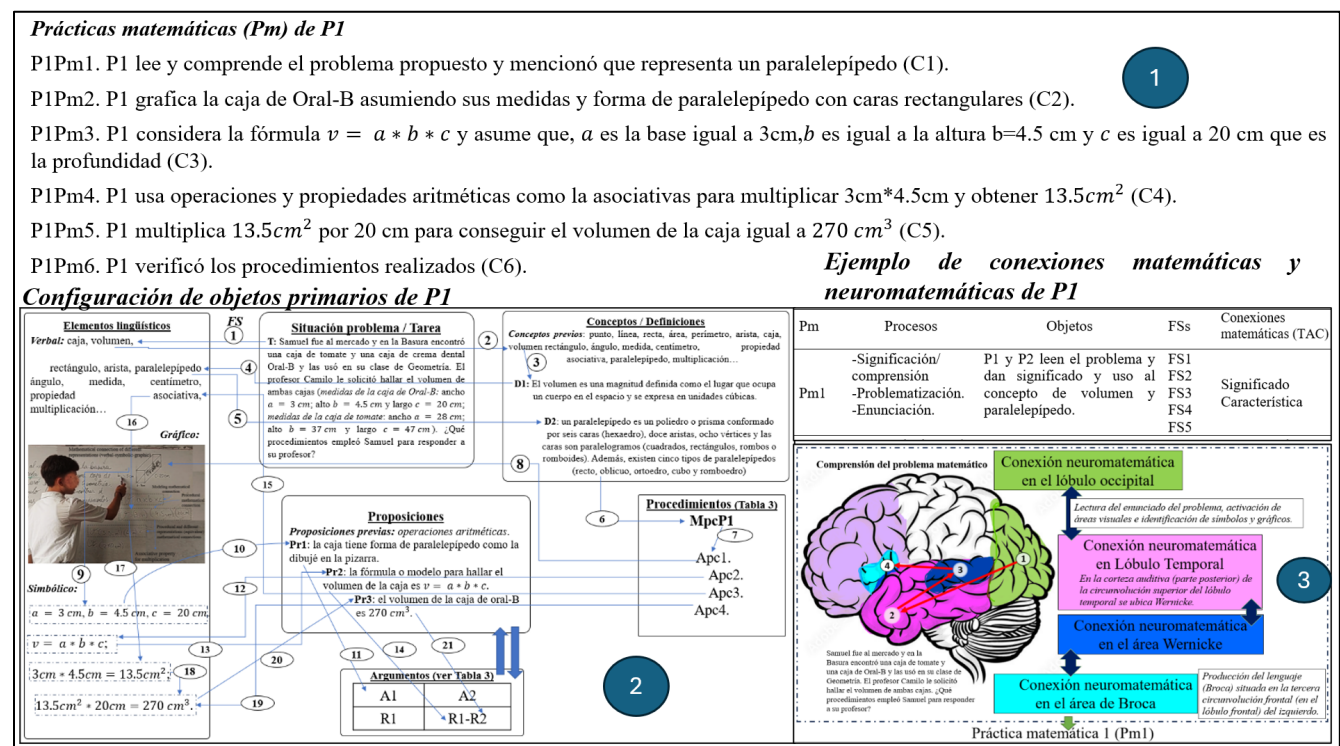


Figura 1. Síntesis del análisis de conexiones matemáticas y neuromatemáticas.

Luego de analizar las conexiones neuromatemáticas con base en la teoría y elementos de la neuromatemática, se emplea la herramienta del ChatGPT para identificar las conexiones matemática y neuromatemáticas con inteligencia artificial, sabiendo que es un lenguaje poderoso con una base de datos actualizada que nos arrojó lo siguiente: Conexiones matemáticas y neuromatemáticas identificadas con ChatGPT.

En la resolución del problema por parte de ChatGPT se evidencian conexiones matemáticas de geometría básica referida a la comprensión del concepto y estructura de la caja. También, usó la conexión procedimental al aplicar la fórmula de volumen y ejecutar multiplicaciones, pero a diferencia del procedimiento realizado por el estudiante a la luz de la Teoría de conexiones (TAC) se reconoció la propiedad asociativa. Posteriormente, ChatGPT estableció la conexión de Matemática de reconocimiento de unidades de medida la cual está incluida en la conexión procedimental de la TAC como fin del procedimiento (respuesta), ver Figura 2.

ChatGPT 3.5

Pregunta 1

Tú resuelve el siguiente problema: Samuel fue al mercado y en la basura encontró una caja de pasta de dientes Oral-B y la usó en su clase de Geometría. El profesor Camilo le pidió que encontrara el volumen de la caja. ¿Qué procedimientos utilizó Samuel para responderle a su profesor? Medidas de la caja de Oral-B: ancho $a = 3$ cm; altura $b = 4,5$ cm y longitud $c = 20$ cm.

ChatGPT

Para calcular el volumen de la caja de pasta de dientes Oral-B, Samuel utilizará la fórmula del volumen de un paralelepípedo, que es:

Respuesta 1

$$V = a \times b \times c$$

Donde:

- * a es el ancho de la caja (3 cm)
- * b es la altura de la caja (4,5 cm)
- * c es la longitud de la caja (20 cm)

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos:

$$V = 3 \text{ cm} \times 4,5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

$$V = 270 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, el volumen de la caja de pasta de dientes Oral-B es de 270 cm^3 .

Pregunta 2

Tú ¿Qué conexiones matemáticas se activan al momento de resolver el siguiente problema: Samuel fue al mercado y en la basura encontró una caja de pasta de dientes Oral-B y la usó en su clase de Geometría. El profesor Camilo le pidió que encontrara el volumen de la caja. ¿Qué procedimientos utilizó Samuel para responderle a su profesor? Medidas de la caja de Oral-B: ancho $a = 3$ cm; altura $b = 4,5$ cm y longitud $c = 20$ cm.

ChatGPT

Al resolver este problema matemático, Samuel activa varias conexiones matemáticas, incluyendo:

1. **Geometría básica:** Samuel utiliza conceptos básicos de geometría para entender la forma tridimensional de la caja de pasta de dientes Oral-B y cómo se relacionan las diferentes dimensiones (ancho, altura y longitud).
2. **Fórmula del volumen:** Aplica la fórmula del volumen de un paralelepípedo $V = a \times b \times c$, donde a , b y c son las dimensiones de la caja (ancho, altura y longitud, respectivamente).
3. **Multiplicación:** Realiza operaciones de multiplicación para calcular el producto de las dimensiones a , b y c y encontrar el volumen total de la caja.
4. **Unidades de medida:** Reconoce las unidades de medida (centímetros en este caso) asociadas con cada dimensión y aplica correctamente las unidades en el cálculo del volumen.
5. **Interpretación del resultado:** Comprende el significado del volumen obtenido en el contexto del problema, reconociendo que representa la cantidad de espacio ocupado por la caja de pasta de dientes.

Estas conexiones matemáticas se activan en la mente de Samuel mientras resuelve el problema, demostrando su capacidad para aplicar conceptos geométricos y habilidades matemáticas básicas en situaciones prácticas.

Pregunta 3

Tú ¿Qué conexiones neuromatemáticas se activan al momento de resolver el siguiente problema: Samuel fue al mercado y en la basura encontró una caja de pasta de dientes Oral-B y la usó en su clase de Geometría. El profesor Camilo le pidió que dibujara y encontrara el volumen de la caja. ¿Qué procedimientos utilizó Samuel para responderle a su profesor? Medidas de la caja de Oral-B: ancho $a = 3$ cm; altura $b = 4,5$ cm y longitud $c = 20$ cm.

ChatGPT

Resolver este problema implica activar varias conexiones neuromatemáticas relacionadas con la geometría y el cálculo del volumen de un objeto. Aquí hay algunas de las conexiones que se activarían:

1. **Identificación de la forma geométrica:** Samuel necesita reconocer que la caja de pasta de dientes Oral-B es un paralelepípedo rectangular, lo cual implica activar áreas del cerebro relacionadas con la percepción visual y la identificación de formas.
2. **Aplicación de la fórmula del volumen:** Una vez identificada la forma, Samuel debe recordar o derivar la fórmula para calcular el volumen de un paralelepípedo rectangular. La fórmula es $V = a \times b \times c$, donde ' a ', ' b ' y ' c ' representan las dimensiones del ancho, altura y longitud, respectivamente.
3. **Operaciones aritméticas:** Samuel necesitará realizar multiplicaciones para calcular el volumen utilizando las medidas proporcionadas. Esto implica activar áreas del cerebro relacionadas con el procesamiento numérico y las operaciones aritméticas básicas.
4. **Comprensión espacial:** Para dibujar la caja y calcular su volumen, Samuel debe comprender conceptos espaciales, como la relación entre las dimensiones y cómo estas se traducen en la representación visual y en el cálculo del volumen.
5. **Memoria de trabajo:** Samuel necesita mantener en su memoria las medidas proporcionadas (ancho, altura y longitud) mientras realiza los cálculos y dibuja la representación de la caja. Esto involucra activar áreas del cerebro relacionadas con la memoria de trabajo y la retención temporal de información.
6. **Atención y concentración:** Resolver este problema requiere atención y concentración para seguir el procedimiento correctamente y evitar cometer errores en los cálculos o en la representación visual de la caja.

Figura 2. Conexiones matemáticas y neuromatemáticas con ChatGPT.

Conclusiones

Las conexiones neuromatemáticas muestran similitudes en los análisis realizados, pero el análisis basado en esta teoría es más organizado y detallado que el de ChatGPT, ya que presenta las áreas cerebrales activadas de manera secuencial. ChatGPT es más general y necesita orientaciones precisas basadas en teorías establecidas, y carece de la conexión neuromatemática de comprobación y conclusión. Coincidimos con Dasari et al. (2024) en que, aunque ChatGPT es un lenguaje cercano al humano, es una herramienta que debe ser utilizada con la guía de una persona para una comprensión profunda del contenido didáctico o matemático.

Referencias

- Alvarenga, K., Domingos, A., & Cabrera, D. (2022). Neurociencias Cognitivas en la Formación de Profesores de Matemática. *UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(65).
- Campo-Meneses, K. G., & García-García, J. (2023). Conexiones matemáticas identificadas en una clase sobre las funciones exponencial y logarítmica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 37, 849-871.
- Castro Morales, L. G., Pantoja Burbano, M. J., & Guanoluisa Morales, J. A. (2023). La utilización de la tecnología de chatGPT como recurso para la aplicación de la lógica Matemática. *Revista Conrado*, 19(S2), 570-579.
- Dasari, D., Hendriyanto, A., Sahara, S., Suryadi, D., Muhaimin, L. H., Chao, T., & Fitriana, L. (2024). ChatGPT in didactical tetrahedron, does it make an exception? A case study in mathematics teaching and learning. *Frontiers in Education*, 8, 1295413.
- García-García, J., & Dolores-Flores, C. (2018). Intra-mathematical connections made by high school students in performing Calculus tasks. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(2), 227-252.
- Giraldo-Rojas, J. D., Zabala-Jaramillo, L. A., & Parraguez-González, M. C. (2021). Neuromatemática un estudio interdisciplinario: el caso de las emociones expresadas en la construcción del paralelepípedo. *Scientia et Technica*, 26(3), 378-390.
- Osler, J. E. (2012). Trichotomy Squared A Novel Mixed Methods Test and Research Procedure Designed to Analyze, Transform, and Compare Qualitative and Quantitative Data for Education Scientists who are Administrators, Practitioners, Teachers, and Technologists. *i-manager's Journal on Mathematics*, 1(3), 23.
- Rodríguez-Nieto, C. A., Rodríguez-Vásquez, F. M. & Font, V. (2023). Combined use of the extended theory of connections and the onto-semiotic approach to analyze mathematical connections by relating the graphs of f and f' . *Educational Studies in Mathematics*, 114, 63-88.
- Setiawan, A., & Luthfiyani, U. K. (2023). Penggunaan ChatGPT Untuk Pendidikan di Era Education 4.0: Usulan Inovasi Meningkatkan Keterampilan Menulis. *JURNAL PETISI (Pendidikan Teknologi Informasi)*, 4(1), 49–58.
- Soraya, S. M., Kurjono, & Muhammad, I. (2023). Analisis Bibliometrik: Penelitian Literasi Digital dan Hasil Belajar pada Database Scopus (2009-2023). *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(20), 387–398.
- Zafrullah, Z., Hakim, M. L., & Angga, M. (2023). ChatGPT open AI: Analysis of mathematics education students learning interest. *Journal of Technology Global*, 1(01), 1-10.