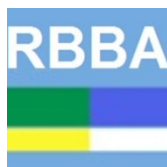


ARTIGO



ISSN 2316-1205

Editor-chefeJosé Rubens
Mascarenhas**Editor-adjunto**

Marcelo Nolasco

Submetido

14.07..2026

Aceito

11.09.2026

Publicado

16.09.2026

Como referenciar

FERRANTE, Juan;
VIVERA, Carolina;
TISSONI, Gastón;
PALAURO, Lucía;
CUTRERA,
Guillermo. Pensando
com inteligência
artificial: dimensões
da reflexão de
estudantes do ensino
secundário na criação
colaborativa de
problemas
matemáticos. **RBBA**–
Revista Binacional
Brasil-Argentina,
Vitória da Conquista,
v. 16, n. 1, e19955.
DOI:
10.22481/rbba.v16i1.1
9955

PENSAR CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DIMENSIONES DE LA REFLEXIÓN DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN LA CREACIÓN COLABORATIVA DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS

Pensando com inteligência artificial: dimensões da reflexão de estudantes do ensino secundário na criação colaborativa de problemas matemáticos

Thinking with artificial intelligence: dimensions of secondary school students' reflection in the collaborative creation of mathematical problems

Juan Ferrante

Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4743-429X>
Dirección electrónica: jferrante@mdp.edu.ar

Carolina Vivera

Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3368-558X>
Dirección electrónica: cvivera@mdp.edu.ar

Gastón Tissoni

Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-7846-4975>
Dirección electrónica: gastontissoni@mdp.edu.ar

Lucía Palauro

Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3953-9305>
Dirección electrónica: luciapalauro@mdp.edu.ar

Guillermo Cutrera

Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8452-4538>
Dirección electrónica: guillecutrera@gmail.com

Resumen

Este estudio analiza la reflexión escrita de estudiantes de secundaria durante una experiencia de creación colaborativa de problemas matemáticos mediada por inteligencia artificial generativa. Se adoptó un diseño cualitativo de estudio de caso múltiple con 19 estudiantes de una escuela secundaria de la provincia de Buenos Aires, Argentina, organizados en cinco grupos, quienes elaboraron diarios de clase a lo largo de una secuencia didáctica centrada en funciones exponenciales y logarítmicas. El corpus fue analizado mediante análisis de contenido inductivo, identificándose tres dimensiones principales: interacción cognitiva con la inteligencia artificial generativa, dimensión afectivo-experiencial y mediación

RBBA

Revista Binacional Brasil Argentina: diálogo entre as ciências

Vitória da Conquista • Ano: 2026 • v. 16 • n.1 • e19955



sociopedagógica. Los hallazgos evidencian una trayectoria de apropiación tecnológica, del escepticismo inicial al uso estratégico, acompañada por vigilancia epistémica sobre las respuestas generadas por la herramienta, incluyendo la detección de errores y la reformulación de prompts. Además, emergen emociones ambivalentes, mientras la mediación docente resulta central para sostener el compromiso emocional y promover la reflexión. Se concluye que la escritura reflexiva constituye un espacio fértil para la metacognición en educación matemática secundaria.

Palabras-clave: escritura reflexiva; inteligencia artificial generativa; creación de problemas matemáticos; mediación sociopedagógica.

Este estudo analisa a reflexão

Resumo

Este estudo analisa a reflexão escrita de estudantes do ensino médio durante uma experiência colaborativa de criação de problemas matemáticos mediada por inteligência artificial generativa. Adotou-se um delineamento qualitativo de estudo de casos múltiplos com 19 estudantes de uma escola de ensino médio da Província de Buenos Aires, Argentina, organizados em cinco grupos, que elaboraram diários de aula ao longo de uma sequência didática centrada em funções exponenciais e logarítmicas. O corpus foi analisado por meio de análise de conteúdo indutiva, identificando três dimensões principais: interação cognitiva com a inteligência artificial generativa, dimensão afetivo-experiencial e mediação sociopedagógica. Os resultados evidenciam uma trajetória de apropriação tecnológica, do ceticismo inicial ao uso estratégico, acompanhada por vigilância epistêmica sobre as respostas geradas pela ferramenta, incluindo a detecção de erros e a reformulação de prompts. Além disso, emergem emoções ambivalentes, enquanto a mediação docente desempenha papel central na sustentação do engajamento emocional e na promoção da reflexão. Conclui-se que a escrita reflexiva constitui um espaço fértil para o desenvolvimento da metacognição na educação matemática escolar.

Palavras-chave: escrita reflexiva; inteligência artificial generativa; criação de problemas matemáticos; mediação sociopedagógica.

Abstract

This study examines secondary school students' written reflections during a collaborative experience of creating mathematical problems mediated by generative artificial intelligence. A qualitative multiple-case study was conducted with 19 students from a secondary school in the Province of Buenos Aires, Argentina, organized into five groups, who kept class journals throughout a teaching sequence focused on exponential and logarithmic functions. The corpus was analyzed using inductive content analysis, identifying three main dimensions: cognitive interaction with generative artificial intelligence, the affective-experiential dimension, and sociopedagogical mediation. The findings reveal a trajectory of technological appropriation, evolving from initial skepticism to strategic use, accompanied by epistemic vigilance toward the responses generated by the tool, including error detection and prompt refinement. In addition, ambivalent emotions emerged, while teacher mediation played a central role in sustaining emotional engagement and fostering reflection. The findings suggest that reflective writing provides a fertile space for the development of metacognition in secondary mathematics education.

Keywords: reflective writing; generative artificial intelligence; mathematical problem creation; sociopedagogical mediation.

Introducción

La integración de la inteligencia artificial (IA) generativa en la enseñanza de la matemática reconfigura las formas en que los estudiantes producen, revisan y justifican sus ideas (Kasneci et al., 2023), mientras que vuelve más visible la necesidad de una mediación docente que no se limite a habilitar la herramienta, sino que oriente su uso crítico (Akram et al., 2025; Chardonens, 2025; Cohn et al., 2025). En este contexto, la escritura reflexiva adquiere un valor particular, ya que permite externalizar razonamientos, detectar inconsistencias y hacer observable el modo en que los estudiantes negocian con respuestas algorítmicas que no siempre resultan fiables (Bywater et al., 2019).

Desde esta perspectiva, el presente estudio analiza una experiencia de creación colaborativa de problemas matemáticos con IA generativa en un curso de secundaria, a partir de los diarios de clase elaborados por cinco grupos de estudiantes. El interés no radica únicamente en describir el uso de la herramienta, sino en comprender cómo la reflexión escrita, la interacción con la IA y la intervención de una pareja pedagógica se articulan en la construcción de sentidos en torno a la actividad matemática. Asimismo, la investigación se sustenta en marcos que conciben el aprendizaje como un proceso distribuido entre personas, artefactos y contextos (Jacinto & Carreira, 2021), así como en modelos que destacan la importancia de la mediación docente para evitar que la tecnología quede reducida a un mero soporte instrumental (Canonigo, 2025; Dasari et al., 2024).

En este marco, la pregunta que orienta la investigación es: ¿cómo se caracteriza la reflexión escrita de estudiantes de secundaria durante la creación colaborativa de problemas matemáticos con IA generativa? El objetivo general consiste en caracterizar las dimensiones

de esa reflexión a partir de los diarios de clase producidos durante la experiencia. En particular, el artículo busca mostrar cómo se entrelazan en esa escritura la interacción cognitiva con la IA, la dimensión afectivo-experiencial y la mediación sociopedagógica, en un escenario en el que la pareja pedagógica desempeña un papel decisivo para sostener el proceso de trabajo y promover una lectura crítica de las respuestas generadas por la IA generativa.

Pregunta de investigación:

¿Cómo se caracteriza la reflexión escrita de estudiantes de secundaria durante la creación colaborativa de problemas matemáticos con IA generativa?

Objetivo general:

Caracterizar las dimensiones de la reflexión escrita expresada en diarios de clase por estudiantes de secundaria durante una experiencia de creación de problemas matemáticos mediada por IA generativa.

Marco teórico

La escritura reflexiva en matemática constituye una herramienta que permite externalizar los procesos cognitivos, haciéndolos susceptibles de análisis consciente y favoreciendo el desarrollo metacognitivo (Daher et al., 2018). Esta externalización adquiere un matiz particular cuando la tarea no consiste en resolver un problema dado, sino en formularlo, distinción que la investigación sobre planteamiento de problemas matemáticos (*problem posing*) trata como una actividad de producción y síntesis, diferente de la actividad de comprensión propia de la resolución (English, 2019). Este campo ha documentado beneficios consistentes en pensamiento crítico, comprensión conceptual y motivación (Kaur & Rosli, 2021; Cai & Leikin, 2020), junto con una brecha persistente entre esos hallazgos y su implementación efectiva en las aulas, en particular por las dificultades que enfrentan los propios docentes al diseñar tareas de este tipo (Kaur & Rosli, 2021; English, 2019). Akram et al. (2025) muestran cómo las estrategias de andamiaje, combinadas con la resolución de problemas, potencian la conciencia metacognitiva, con la condición de que exista un diseño instruccional que oriente activamente ese proceso. Sin embargo, la evidencia disponible sobre planteamiento de problemas asistido por IA generativa se ha concentrado casi exclusivamente en docentes que personalizan o reformulan tareas (Walkington et al., 2026; Küchemann et al., 2023), quedando prácticamente inexplorado el proceso mediante el cual son los propios estudiantes de secundaria quienes crean colaborativamente sus problemas con esta tecnología, bajo mediación pedagógica y con registro reflexivo de la experiencia.

La incorporación de sistemas de IA generativa complejiza este escenario al introducir un nuevo tipo de interlocutor textual en la práctica reflexiva. En este contexto, ya no se trata solo de escribir sobre la propia actividad matemática, sino también de escribir con y contra respuestas producidas algorítmicamente. De este modo, la mediación tecnológica reconfigura aquello que se externaliza en la escritura y vuelve especialmente relevante indagar cómo los estudiantes negocian, aceptan o cuestionan las propuestas generadas por la IA generativa en sus diarios.

Esta dimensión reflexiva se entrelaza con la aparición de sistemas de IA generativa capaces de proporcionar retroalimentación adaptativa (Wang et al., 2024). Estos autores documentan que Chat Generative Pre-Trained Transformer (ChatGPT), en contextos de aprendizaje basado en proyectos matemáticos, facilita la exploración conceptual mediante múltiples representaciones, aunque también identifican riesgos de dependencia cognitiva cuando los estudiantes sustituyen el pensamiento propio por respuestas generadas artificialmente. En la misma dirección, Kasneci et al. (2023) analizan las oportunidades y los desafíos que presentan los modelos de lenguaje para la educación, reconociendo su potencial transformador, al tiempo que advierten sobre problemas de equidad y sesgos algorítmicos.

Desde esta perspectiva, la cognición matemática en entornos tecnomedios se transforma cualitativamente, configurando sistemas en los que las capacidades se distribuyen entre estudiantes y artefactos digitales (Jacinto & Carreira, 2021). Estos autores documentan que las tecnologías digitales activan esquemas de razonamiento visual-conceptual integrados en estudiantes de séptimo grado.

Esta reconfiguración cognitiva también se entrelaza con dimensiones afectivas que median la efectividad de las propuestas de enseñanza (Barranco et al., 2024). Mamolo y Sugano (2023) muestran que las aplicaciones digitales interactivas reducen significativamente la ansiedad matemática, al tiempo que mantienen la autoeficacia, lo que sugiere que características propias del medio digital, como la privacidad o el feedback no evaluativo, transforman la experiencia de aprendizaje. Por su parte, Barranco et al. (2024) encuentran que niveles moderados de ansiedad pueden coexistir con un alto grado de engagement durante períodos evaluativos, cuestionando modelos simplificados que plantean una relación inversamente proporcional entre ambas variables. Asimismo, Weinhandl et al. (2024) identifican perfiles heterogéneos caracterizados por configuraciones complejas de disfrute, engagement y ansiedad. Finalmente, García-López et al. (2023) y Maryana et al. (2024) documentan que la gamificación incrementa el engagement cuando privilegia la colaboración por sobre la competición, mientras que Segarra y Cabrera-Martínez (2023) demuestran que el uso de la calculadora reduce la ansiedad asociada a los cálculos y permite focalizar la atención en la comprensión conceptual.

La efectividad de la IA depende, en gran medida, de una mediación docente estratégica que orqueste su integración en las propuestas de enseñanza (Chardonns, 2025). En este sentido, Dasari et al. (2024) proponen una extensión del tetraedro didáctico mediante la incorporación de los artefactos de IA como un vértice adicional, reconceptualizando las relaciones entre estudiante, docente, contenido y medio. Por su parte, Chardonns (2025) desarrolla el modelo SYNAPSE, que integra fases cognitivas con las capacidades adaptativas de la IA y enfatiza la necesidad de una mediación docente específica en cada una de ellas. A su vez, Cohn et al. (2025) presentan la teoría del andamiaje adaptativo para agentes pedagógicos, distinguiendo entre estructuras predefinidas y ajustes dinámicos. Finalmente, Walter (2024) sostiene que la integración educativa de la IA exige ampliar las competencias docentes hacia la alfabetización en IA, el diseño de actividades basadas en prompt engineering y la promoción del análisis crítico de las respuestas generadas, favoreciendo un uso pedagógico, ético y reflexivo de estas tecnologías.

Metodología

Esta investigación adoptó un estudio de caso múltiple con un enfoque cualitativo-interpretativo (Stake, 2006), en el que cada grupo de estudiantes constituyó una unidad de análisis. Este diseño resulta apropiado cuando el objetivo es comprender la complejidad de un

fenómeno educativo emergente en su contexto natural, ya que permite identificar tanto patrones transversales como variaciones entre los casos (Merriam & Tisdell, 2016). En consonancia con este propósito, el análisis adoptó un enfoque predominantemente inductivo, permitiendo que las categorías emergieran de los datos (Bardin, 1996).

La experiencia se desarrolló en noviembre de 2024 en un curso de quinto año de una institución privada de educación secundaria de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La muestra estuvo conformada por 19 estudiantes (16-17 años), seleccionados por conveniencia. Todos participaron de manera voluntaria, contando con el consentimiento informado de sus tutores y el asentimiento de los propios estudiantes. Si bien el curso contaba con experiencias previas informales de uso de IA generativa, estas no se habían desarrollado en contextos académicos estructurados. Los participantes se organizaron en cinco grupos de composición libre (entre tres y cuatro integrantes). La Tabla 1 sintetiza la conformación de los grupos y el contenido matemático abordado.

Tabla 1

Caracterización de los grupos participantes

Grupo	Nº integrantes	Seudónimos asignados	Contenido matemático	Contexto del problema
1	4	Carola, María, Luciana, Amelia	Función exponencial	Evolución corteza prefrontal homínidos
2	4	Marisa, Pilar, Emilia, Dalila	Función exponencial	Derretimiento de glaciares
3	3	Mariela, Carina, Antonella	Función exponencial	Uso de TikTok e insomnio
4	4	Felisa, Ana, Micaela, Fiana	Función exponencial	Fórmula 1 (Franco Colapinto)
5	4	Noelia, Oriana, Azul, Milagros	Función logarítmica	Viaje por Ruta 40 (Argentina)

Nota. Nombres reemplazados por seudónimos para resguardar identidad.

La propuesta didáctica fue diseñada e implementada por una pareja pedagógica integrada por la docente titular del curso y un residente del Profesorado en Matemática. Se desarrolló en cuatro encuentros distribuidos a lo largo de dos semanas. La consigna consistía en diseñar un problema matemático contextualizado utilizando ChatGPT-4 (versión gpt-4-turbo-2024-04-09, acceso vía web gratuita, configuración por defecto y sin prompts de sistema personalizados), que involucrara funciones exponenciales y/o logarítmicas. Para ello, los estudiantes debían: (a) co-crear el problema con la IA mediante diálogos iterativos; (b) analizar críticamente la resolución proporcionada; (c) intercambiar el problema con otro grupo para su resolución; y (d) comparar la resolución elaborada por sus pares con la generada por la IA.

Durante la experiencia no se registraron ni archivaron las conversaciones completas entre los estudiantes y ChatGPT-4; es decir, no se conservaron los chats íntegros. Esta decisión respondió a que la actividad se desarrolló utilizando las cuentas de uso habitual del aula y se priorizó resguardar la privacidad de los participantes, evitando además incrementar la carga operativa durante las clases. En consecuencia, la reconstrucción de la interacción con la IA se realizó exclusivamente a partir de las referencias textuales presentes en los diarios (por ejemplo, "le pedimos 80 veces que arme problemas con esos requisitos"). Si bien esta decisión limita la posibilidad de reconstruir secuencias completas de interacción, se consideró coherente con el carácter exploratorio del estudio y con las restricciones éticas y logísticas propias del contexto escolar.

En el primer encuentro se explicó qué constituye un prompt eficaz y cómo diseñar consignas precisas para interactuar con la IA, dado que la literatura advierte sobre el riesgo de un uso superficial que obstaculice el pensamiento crítico (Wu, 2024). En los encuentros posteriores, la pareja pedagógica brindó un acompañamiento continuo, mediando los procesos grupales, orientando la formulación de prompts, cuestionando respuestas inconsistentes y promoviendo la reflexión metacognitiva. En este sentido, el rol docente se configuró explícitamente como un andamiaje crítico, favoreciendo una actitud de escepticismo productivo frente a las respuestas de ChatGPT, en línea con los planteos sobre andamiaje adaptativo para agentes pedagógicos basados en modelos de lenguaje (Cohn et al., 2025).

El corpus estuvo constituido por los cinco diarios de clase grupales elaborados durante la experiencia. Se trató de textos de escritura reflexiva libre, sin una estructura preestablecida, en los que los estudiantes registraron percepciones, emociones, aprendizajes y cuestionamientos. La consigna propuso dos ejes generales de reflexión: (a) la propuesta pedagógica (contenido, herramienta, trabajo grupal e intervención docente); y (b) la propia experiencia de aprendizaje (sentimientos, progresos, frustraciones y fortalezas).

Los diarios presentaron formatos diversos: algunos se organizaron mediante entradas cronológicas individuales y otros reunieron reflexiones colectivas correspondientes a cada sesión. Su extensión osciló entre 1800 y 4700 palabras por grupo (promedio: 3200 palabras), evidenciando una densidad reflexiva suficiente para el análisis.

El análisis siguió los lineamientos del Análisis de Contenido propuestos por Bardin (1996), entendido como un enfoque sistemático que busca obtener, mediante procedimientos objetivos de descripción del contenido, indicadores que permitan inferir conocimientos relativos a las condiciones de producción de los registros. Este se dividió en las siguientes fases:

- Fase 1. Preanálisis. Se realizó una lectura exhaustiva y reiterada de los cinco diarios por parte de dos investigadores (lectura flotante), quienes elaboraron notas preliminares sobre aspectos recurrentes. Posteriormente, el material fue organizado considerando cada diario como una unidad de registro.
- Fase 2. Exploración del material. Se llevó a cabo la codificación sistemática del corpus mediante la segmentación en unidades de significado y su clasificación en categorías. La codificación fue predominantemente inductiva, aunque la sensibilidad teórica del equipo actuó como marco sensibilizador. Inicialmente emergieron cinco categorías que, tras un análisis transversal, fueron reorganizadas en tres dimensiones con sus respectivas subcategorías: (1) Interacción cognitiva con la IA generativa; (2) Dimensión afectivo-experiencial; y (3) Mediación sociopedagógica. Tres investigadores realizaron la codificación de manera independiente y resolvieron las discrepancias mediante consenso iterativo en reuniones supervisadas por el investigador principal.

- Fase 3. Tratamiento e interpretación. Cada dimensión fue definida operacionalmente e ilustrada mediante segmentos representativos presentes en los cinco grupos. La validez interpretativa se fortaleció mediante triangulación de investigadores. Cada uno de los tres codificadores analizó el corpus de forma independiente y las divergencias interpretativas fueron discutidas conjuntamente hasta alcanzar un consenso, procedimiento que favoreció la reflexividad analítica del equipo.

Se atendieron los criterios de calidad propios del paradigma cualitativo (Lincoln & Guba, 1985). La credibilidad se fortaleció mediante el análisis de las cinco unidades, la triangulación de investigadores y la permanencia prolongada en el contexto. La transferibilidad se promovió mediante una descripción densa del contexto y de los participantes. Finalmente, la confirmabilidad se aseguró documentando el procedimiento analítico y resguardando el corpus original.

Los diarios de clase constituyeron, en primer término, una actividad de evaluación curricular de la asignatura Matemática, sin fines de investigación en el momento de su producción. Una vez finalizada la secuencia didáctica y advertido el valor formativo de las reflexiones producidas, el equipo docente decidió someter ese material a análisis con fines de investigación educativa. En consecuencia, el consentimiento informado de los tutores y el asentimiento de los estudiantes se solicitaron con posterioridad a la elaboración de los diarios, específicamente para autorizar su uso investigativo, y no de manera previa a la actividad áulica. Todos los nombres reales fueron reemplazados por seudónimos y se omitieron referencias que permitieran identificar a la institución. Se buscó, de este modo, equilibrar el aprovechamiento formativo de la actividad original con el resguardo de la confidencialidad y la voluntariedad de la participación en la instancia investigativa.

Resultados

El análisis de los cinco diarios de clase reveló tres dimensiones centrales que caracterizan la reflexión escrita de los estudiantes durante la experiencia de creación de problemas matemáticos con IA generativa. Cada dimensión integra múltiples subcategorías que capturan la complejidad del fenómeno estudiado. A continuación, se presentan los hallazgos organizados según este sistema analítico e ilustrados con segmentos textuales representativos del corpus. Cabe aclarar que, en los fragmentos extraídos de los diarios presentados en este apartado, los estudiantes se refieren a la docente a cargo del curso como "Victoria" o "Vicky" y al docente en formación como "José".

Dimensión 1: Interacción cognitiva con la IA generativa

Esta dimensión captura los procesos cognitivos que los estudiantes desplegaron al trabajar con ChatGPT-4, desde la exploración inicial hasta el desarrollo de estrategias sofisticadas de uso crítico de la herramienta.

1.1. Trayectoria de apropiación tecnológica

El análisis transversal de los cinco grupos evidenció una evolución temporal consistente en la forma de relacionarse con la IA, que atravesó tres fases claramente diferenciadas.

1.1.1. Fase inicial: Exploración y escepticismo. Las primeras entradas de los diarios reflejaron posiciones encontradas respecto al uso académico de la IA. Marisa (Grupo 2) expresó: "Comencé la experiencia teniendo un poco estigmatizada a la inteligencia artificial [...]". Esta

resistencia inicial contrasta con la sorpresa positiva de María (Grupo 1): "... me esperaba que tanto su lógica como procedimientos serían desastrosos, pero me llevé una grata sorpresa".

1.1.2. Fase intermedia: Negociación y frustración. A medida que avanzaban en la tarea, emergieron tensiones vinculadas a la dificultad para lograr que la IA comprendiera consignas precisas. Ana (Grupo 4) sintetizó esta experiencia: "Chat tiene varios impedimentos para hacer exactamente lo que le pedimos". Resulta llamativo que esta fase de frustración no condujo al abandono, sino que operó como catalizador para desarrollar estrategias más sofisticadas. Micaela (Grupo 4) narró con ironía: "le pedimos a chat 80 veces que arme problemas con esos requisitos y NO ENTENDIÓ CLARAMENTE [...]".

1.1.3. Fase avanzada: Dominio estratégico. Hacia el final de la experiencia, los grupos demostraron comprensión profunda del funcionamiento de la herramienta. Carola (Grupo 1) reflexionó: "...cada vez vamos entendiendo más su funcionamiento y su manera de actuar".

1.2. Evaluación crítica y detección de errores

Una subcategoría particularmente robusta en el corpus refiere al desarrollo de escepticismo productivo frente a los outputs de la IA. Los cinco grupos documentaron instancias de detección de inconsistencias matemáticas, datos falsos o razonamientos problemáticos. María (Grupo 1) narró: "Con la ayuda de Vicky pudimos darnos cuenta de que lo que estaba razonando la IA, no estaba siendo del todo correcto...". La detección de datos falsos motivó en varios grupos la búsqueda de fuentes externas para validación.

1.3. Estrategias de reformulación de prompts

Los estudiantes documentaron explícitamente el aprendizaje procedimental sobre cómo comunicarse eficazmente con la IA. Felisa (Grupo 4) describió la estrategia que resultó exitosa: "...escribimos un mensaje extenso con todas las indicaciones y condiciones necesarias". Además de la reformulación de prompts, emergieron estrategias de humanización de los outputs. Antonella (Grupo 3) señaló: "Pudimos terminar el problema y corregir las consignas para humanizarlas un poco".

1.4. Metacognición sobre el rol docente

Una subcategoría emergente no anticipada refiere a la reflexión sobre la complejidad de diseñar problemas matemáticos, lo cual posicionó a los estudiantes momentáneamente en el rol docente. Carola (Grupo 1) expresó: "Este trabajo nos hizo ponernos en los pies del profesor..."

Dimensión 2: Afectivo-experiencial

Esta dimensión integra el plano vivencial de la experiencia, capturando emociones situadas, condiciones físicas que mediaron el desempeño y valoraciones globales de la propuesta pedagógica.

2.1. Emociones situadas en el proceso

Los diarios evidenciaron una riqueza emocional notable, con oscilaciones entre polos positivos y negativos según los momentos de la tarea.

Emociones positivas. El entusiasmo y la curiosidad caracterizaron varios momentos del proceso. María (Grupo 1) registró: "El día de hoy se me pasó la hora volando..."

Emociones negativas. La frustración, el estrés y el agobio fueron igualmente recurrentes, particularmente ante la incomprensión de la IA o problemas técnicos. Felisa (Grupo 4) sintetizó: "Toda la experiencia resultó frustrante, estresante y agobiante".

2.2. Condiciones físicas y disposición para la tarea

Una subcategoría emergente robusta refiere al malestar físico como mediador del desempeño cognitivo. Resulta llamativo que cuatro de los cinco grupos documentaron cefaleas, cansancio o malestar que impactó su participación. Oriana (Grupo 5) narró: “Me dolía mucho la cabeza, me pasa muy seguido”

2.3. Valoración global de la propuesta pedagógica

Pese a las frustraciones documentadas, los cinco grupos cerraron sus diarios con valoraciones positivas de la experiencia, reconociendo su carácter innovador. Mariela (Grupo 3) expresó: “Este trabajo me gustó mucho, fue una manera distinta de trabajar las matemáticas y creo que eso, lo diferente es lo que más me gustó”.

Dimensión 3: Mediación sociopedagógica

Esta dimensión articula el rol de la pareja docente con las dinámicas colaborativas entre pares, evidenciando que el aprendizaje con IA ocurrió en un entramado social complejo.

3.1. Andamiaje cognitivo docente

Los cinco grupos documentaron sistemáticamente intervenciones docentes que amplificaron su comprensión matemática o cuestionaron críticamente los outputs de la IA. Como promotores de escepticismo crítico, Carola (Grupo 1) valoró: “la ayuda de Victoria contribuyó en la parte del cuestionamiento hacia la inteligencia artificial e hizo que lográramos entender de qué manera debíamos poner en duda a la IA”.

3.2. Sostén emocional y validación

Más allá del andamiaje cognitivo, los docentes cumplieron la función de contención afectiva ante las frustraciones. Luciana (Grupo 1) relató: “José nos tranquilizó al afirmarnos que el trabajo estaba bien realizado” cuando el grupo dudaba de la coherencia de su gráfica en GeoGebra.

3.3. Dinámica colaborativa grupal

El trabajo grupal generó experiencias heterogéneas. Algunos estudiantes documentaron tensiones y desigualdades en la participación. Carola (Grupo 1) expresó con dureza: “no me sentí acompañada por parte de mis compañeras...”

Relaciones entre dimensiones

El análisis transversal reveló conexiones recurrentes entre las tres dimensiones: la frustración ante la incompreensión de la IA (Dimensión 1) se asoció con emociones negativas (Dimensión 2), que tendieron a atenuarse con el acompañamiento de la pareja pedagógica (Dimensión 3); a su vez, las intervenciones docentes orientadas a la actitud crítica (Dimensión 3) coincidieron con un mayor desarrollo de la evaluación crítica (Dimensión 1) y con expresiones de satisfacción asociadas al dominio estratégico de la herramienta (Dimensión 2). Estas interrelaciones sugieren que la experiencia constituye un fenómeno multidimensional, en el que lo cognitivo, lo afectivo y lo sociopedagógico se configuran mutuamente.

Síntesis analítica de hallazgos

La Tabla 2 sintetiza los hallazgos según las tres dimensiones analíticas emergentes del proceso de codificación descrito en el apartado metodológico. Para su elaboración, los tres codificadores revisaron, por consenso, las unidades de significado ya categorizadas en cada diario y las clasificaron según su densidad reflexiva por grupo, entendida como la frecuencia

con que cada subcategoría se manifestó de manera explícita en el texto (véase nota de la Tabla 2). Este procedimiento, conviene aclarar, no reemplaza el análisis cualitativo de contenido: más bien ofrece una lectura complementaria y panorámica de los patrones transversales y las variaciones intergrupales. Así, mientras algunos grupos reflejaron con mayor profundidad la interacción cognitiva con la IA (Grupos 1 y 4), otros otorgaron mayor protagonismo a los aspectos emocionales (Grupos 4 y 5) o a las dinámicas de mediación pedagógica (Grupos 1 y 5), sin que ello implique necesariamente diferencias sustantivas en las experiencias vividas, ya que estas variaciones pueden responder también a distintos estilos de escritura reflexiva.

Tabla 2

Síntesis analítica de las tres dimensiones reflexivas por grupo

Dimensión/ Subcategoría	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1. Interacción cognitiva con IA					
1.1 Trayectoria de apropiación	Evolución completa	Escepticismo fuerte	Menos explícita	Frustración intensa	Evolución fluida
1.2 Detección de errores	Muy robusta (datos biológicos)	Validación con fuentes externas	Moderada	Muy robusta (datos Fórmula 1)	Errores tipográficos
1.3 Estrategias de prompts	Reformulaciones múltiples	Cambio de rol de la IA	Humanización de outputs	Condensación en un solo párrafo	Ajustes junto a docentes
1.4 Metacognición sobre el rol docente	Muy presente	Menos presente	Presente (inversión de roles)	Menos presente	Ausente
2. Dimensión afectivo-experiencial					
2.1 Emociones situadas	Oscilación intensa (+/-)	Frustración moderada	Diversión / engagement	Frustración muy intensa	Oscilación moderada
2.2 Condiciones físicas	Cefaleas recurrentes (2 integrantes)	Estrés por examen de Biología	Menos presente	Cansancio y sofocación	Cefaleas y malestar emocional
2.3 Valoración global	Muy positiva (pese a frustraciones)	Positiva (repetiría)	Muy positiva	Positiva (innovación valorada)	Muy positiva
Dimensión/ Subcategoría	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
3. Mediación sociopedagógica					
3.1 Andamiaje cognitivo	Muy frecuente	Moderado	Frecuente	Frecuente	Muy frecuente

docente					
3.2 Sostén emocional	Presente	Menos documentado	Menos documentado	Moderado	Muy presente
3.3 Dinámica grupal	Tensiones fuertes (desigualdad)	Dificultad para ceder	Colaboración fluida	Colaboración positiva	Tensión por bullicio

Nota. La densidad reflexiva se estableció contando las menciones explícitas de cada subcategoría por grupo, previamente identificadas durante la Fase 2 de codificación (segmentación en unidades de significado): Alta (≥ 3 menciones explícitas); Media (1-2 menciones); Baja/implícita (ausente o sugerida, sin unidades de significado codificadas en esa subcategoría). Clasificación acordada por consenso entre los tres codificadores. Datos extraídos de diarios grupales.

Discusión

Los hallazgos aportan evidencia empírica situada sobre la cognición distribuida en entornos con IA (Jacinto & Carreira, 2021): la distribución de capacidades entre estudiantes, artefactos digitales y pares no parece emerger de manera espontánea, sino sostenerse en una mediación docente explícita. Bajo esas condiciones, la herramienta funciona como un perturbador cognitivo que estimula tanto correcciones procedimentales como formas incipientes de juicio epistémico.

Los resultados confirman la coexistencia de frustración e interés y posicionan la escritura reflexiva como un artefacto privilegiado para capturar el afecto situado, sugiriendo que las emociones ambivalentes se asocian con la externalización metacognitiva en estudiantes de secundaria, más que inhibirla (Maryana et al., 2024; Segarra y Cabrera-Martínez, 2023).

Esta dinámica afectiva no opera de manera aislada, sino que se entrelaza con la mediación sociopedagógica, donde la pareja pedagógica emerge como orquestadora de la experiencia. La alta frecuencia de intervenciones documentadas —cuestionamiento de los outputs de la IA ("Vicky... hizo que lográramos entender de qué manera debíamos poner en duda a la IA", Carola, Grupo 1), simplificación conceptual (Amelia, Grupo 1), tips para prompts (Grupo 4) y sostén afectivo ("José nos tranquilizó", Luciana, Grupo 1)— resulta consistente con la extensión del tetraedro didáctico propuesta por Dasari et al. (2024), que incorpora la IA como vértice adicional en las relaciones entre estudiantes, docentes y saber matemático, y con el doble rol cognitivo-emocional que describe el modelo SYNAPSE de Chardonens (2025).

Los resultados sugieren, además, que ese artefacto no autonomiza los procesos de aprendizaje, sino que se asocia con una calibración humana sostenida: la explicitación de estrategias subyacentes (Akram et al., 2025) parece vincularse más con la transformación del escepticismo inicial en juicio crítico transferible que la herramienta por sí sola. Las dificultades observadas en las dinámicas grupales —desigualdades participativas (Carola, Grupo 1), dificultad para ceder (Marisa, Grupo 2)— tensionan además una visión idealizada de la colaboración, y sugieren que la IA amplifica, más que resuelve, las asimetrías socioafectivas cuando no media una intervención pedagógica explícita. En conjunto, estos hallazgos posicionan a la pareja pedagógica no como suplente de la IA, sino como mediación

central para el desarrollo de la conciencia metacognitiva durante la creación de problemas (Akram et al., 2025).

Este estudio presenta, sin embargo, limitaciones que deben considerarse al interpretar los hallazgos, más allá de que los resultados sugieren que la efectividad pedagógica de la IA reside en la distribución sociocognitiva (Jacinto & Carreira, 2021) antes que en la automatización aislada de tareas. El diseño se circunscribe a un único curso de una escuela secundaria privada de la Provincia de Buenos Aires, integrado por 19 estudiantes y centrado en funciones exponenciales y logarítmicas, lo que limita la transferibilidad de los resultados a otros contextos institucionales y contenidos matemáticos. Asimismo, la ausencia de triangulación con los diálogos completos mantenidos con ChatGPT restringe la reconstrucción detallada de las sucesivas iteraciones de prompting, reforzando el carácter interpretativo del análisis. Finalmente, las diferencias observadas en la densidad reflexiva de los diarios pueden responder tanto a distintos estilos de escritura como a decisiones acerca de qué aspectos registrar, más que a diferencias sustantivas en las experiencias vividas.

En función de estas limitaciones, futuras investigaciones podrían comparar la creación de problemas con propuestas tradicionales de resolución, extender el análisis a escuelas públicas y avanzar hacia estudios longitudinales sobre la evolución del prompting crítico y la vigilancia epistémica, con miras al diseño de orientaciones didácticas validadas para la enseñanza de la matemática (Weinhandl et al., 2024).

Conclusiones

En función de los hallazgos, resulta plausible sugerir que tareas de co-creación de problemas con IA, acompañadas por diarios de clase y por el trabajo de una pareja pedagógica, pueden favorecer el desarrollo de competencias emergentes. En nuestro estudio, estas se manifestaron en la formulación estratégica de prompts y en una actitud de vigilancia epistémica frente a las respuestas de ChatGPT, entendida como la disposición a contrastarlas, justificarlas y someterlas a evaluación crítica. Esta interpretación dialoga con la noción de alfabetización en IA propuesta por Walter (2024), que enfatiza el desarrollo de habilidades vinculadas con el prompt engineering y el pensamiento crítico para un uso responsable de estas herramientas. En este sentido, el estudio aporta evidencia cualitativa exploratoria sobre procesos metacognitivos desarrollados en un contexto situado de uso de IA generativa en la educación secundaria.

En conjunto, los hallazgos permiten esbozar la idea de la IA generativa como una perturbación reflexiva intencional. Más que concebirla únicamente como una fuente de respuestas correctas o erróneas, la propuesta didáctica la sitúa como un artefacto capaz de introducir fricciones cognitivas y emocionales deliberadas que, bajo una mediación docente sostenida, activan procesos de análisis, contraste y cuestionamiento. Sin pretender postular un nuevo paradigma, este estudio ofrece un caso empírico que muestra cómo dichas perturbaciones pueden favorecer, en contextos específicos, el desarrollo de formas emergentes de vigilancia epistémica y metacognición, sin desconocer los riesgos de dependencia algorítmica señalados por la literatura.

Referencias

- AKRAM, A. A.; KIREN, A.; SABIR, S.; ASLAM, S. The effect of AI based scaffolding on problem solving and metacognitive awareness in learners. **The Critical Review of Social Sciences Studies**, v. 3, n. 3, p. 1074-1089, 2025.
- BARDIN, L. **Análisis de contenido**. Madrid: Akal, 1996.
- BARRANCO, V. S. T.; RUÍZ, J. G. S.; DÍAZ-FURLONG, A. Ansiedad matemática y engagement académico en estudiantes de educación media superior en México. **Educatio Siglo XXI**, v. 42, n. 2, p. 97-120, 2024.
- BYWATER, J. P.; CHIU, J. L.; HONG, J.; SANKARANARAYANAN, V. The Teacher Responding Tool: Scaffolding the teacher practice of responding to student ideas in mathematics classrooms. **Computers & Education**, v. 139, p. 16-30, 2019.
- CAI, J.; LEIKIN, R. Affect in mathematical problem posing: conceptualization, advances, and future directions for research. **Educational Studies in Mathematics**, v. 105, n. 3, p. 287-301, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10008-x>.
- CANONIGO, A. AI in Math Education: Shifting the Balance Toward Student Empowerment. In: LAU, A.; TALLÓN-BALLESTEROS, A. J. (ed.). **Digitalization and Management Innovation IV**. [S. l.]: IOS Press, 2025. p. 454-462. Disponible en: <https://doi.org/10.3233/FAIA250744>.
- CHARDONNENS, S. The SYNAPSE model: An innovative approach to integrating human learning and artificial intelligence. **The Proceedings of the International Academic Conference on Education**, v. 2, n. 1, p. 12-34, 2025.
- COHN, C.; RAYALA, S.; SRIVASTAVA, N.; FONTELES, J.; JAIN, S.; LUO, X.; MEREDDY, D.; MOHAMMED, N.; BISWAS, G. A theory of adaptive scaffolding for LLM-based pedagogical agentes, 2025. Disponible en <https://doi.org/10.48550/arxiv.2508.01503>
- DAHER, W.; BAYA'A, N.; ANABOUSY, A. Metacognition, mathematics, and technology: An example from pre-service teachers' thinking about functions. **Journal of Education and Learning**, v. 7, n.5, p. 44-58, 2018.
- DASARI, D.; HENDRIYANTO, A.; SAHARA, S.; SURYADI, D.; MUHAIMIN, L. H.; CHAO, T.; FITRIANA, L. AI artifacts in the mathematics didactical tetrahedron: A developed model. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 21, n. 1, Article em258, 2024.
- ENGLISH, L. D. Teaching and learning through mathematical problem posing: commentary. **International Journal of Educational Research**, v. 102, p. 101451, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.06.014>.
- GARCÍA-LÓPEZ, I. M.; ACOSTA-GONZAGA, E.; RUIZ-LEDESMA, E. F. Investigating the impact of gamification on student motivation, engagement, and performance. **Education Sciences**, v. 13, n. 8, Article 813, 2023.

JACINTO, H.; CARREIRA, S. The cognitive potential of digital technologies in fostering mathematical problem solving with 7th graders. **Digital Experiences in Mathematics Education**, v. 7, n.2, p. 229-260, 2021.

KASNECI, E.; SEßLER, K.; KÜCHEMANN, S.; BANNERT, M.; DEMENTIEVA, D.; FISCHER, F.; GASSER, U.; GROH, G.; GÜNNEMANN, S.; HÜLLERMEIER, E.; KRUSCHE, S.; KUTYNIOK, G.; MICHAELI, T.; NERDEL, C.; PFEFFER, J.; POQUET, O.; SAILER, M.; SCHMIDT, A.; SEIDEL, T.; KASNECI, G. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. **Learning and Individual Differences**, v. 103, Article 102274, 2023.

KAUR, A.; ROSLI, R. Problem posing in mathematics education research: a systematic review. **International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development**, v. 10, n. 1, p. 438-456, 2021. DOI: <https://doi.org/10.6007/ijarped/v10-i1/8641>.

KÜCHEMANN, S. et al. Can ChatGPT support prospective teachers in physics task development? **Physical Review Physics Education Research**, v. 19, n. 2, p. 020128, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.19.020128>.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. **Naturalistic Inquiry**. Beverly Hills: Sage Publications, 1985.

MERRIAM, S. B.; TISDELL, E. J. **Qualitative research: A guide to design and implementation**. 4. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2016.

MAMOLO, L. A.; SUGANO, S. G. C. Digital interactive app and students' mathematics self-efficacy, anxiety, and achievement in the "new normal". **E-Learning and Digital Media**, v. 21, n. 5, p. 427-443, 2023.

MARYANA, M.; HALIM, Chandra; RAHMI, Hanifatul. The Impact of Gamification on Student Engagement and Learning Outcomes in Mathematics Education. **International Journal of Business, Law, and Education**, v. 5, n. 2, p. 1597-1608, 2024.

SEGARRA, J.; CABRERA MARTÍNEZ, A. ¿El uso de la calculadora disminuye la ansiedad en el estudio de Cálculo Diferencial e Integral?, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31642.00965>.

STAKE, R. E. **Multiple case study analysis**. New York: Guilford Press, 2006.

WALKINGTON, C. A. et al. Should there be a teacher in-the-loop? A study of generative AI personalized tasks middle school. arXiv, 2026. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2602.15876>. Acesso em: 4 set. 2026.

WALTER, Y. Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 21, p. 1-29, 2024.

WANG, L.; CHEN, X.; WANG, C.; XU, Lingna; SHADIEV, R.; LI, Y. ChatGPT's capabilities in providing feedback on undergraduate students' argumentation: A case study.

Thinking Skills and Creativity, v. 51, p. 101440, 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101440>.

WEINHANDL, R.; MAYERHOFER, M.; ANĐIĆ, B.; GROBE, C. An Interplay of Enjoyment, Engagement, and Anxieties: The Characteristics of Upper Secondary School Mathematics Students. **Investigations in Mathematics Learning**, v. 16, n. 1, p. 36-51, 2024.

WU, Y. Critical thinking pedagogics design in an era of ChatGPT and other AI tools: Shifting from teaching “what” to teaching “why” and “how”. **Journal of Education and Development**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1–15, 2024.