

Integración de Inteligencias Artificiales en la Evaluación en Matemáticas: Propuesta para los
Sistemas de Ecuaciones Lineales

Estudiante:

Jose Eduardo Durán Cobaría

Directora:

Jenny Patricia Acevedo Rincón

Doctora en Educación

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ciencias Humanas

Escuela de Educación

Maestría en Pedagogía

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A Dios, por darme una nueva oportunidad de crecer.

A mi hija, Mia Gabriela, luz de mis ojos y razón de superarme cada día.

A mi madre, por creer en mí desde el primer momento.

A Camilo y Felipe, por estar presentes con ideas, aplausos e incondicionalidad.

Agradecimientos

A Dios, por permitirlo.

Un total agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander y a todos los maestros que encontré dentro de mi formación en la Maestría en Pedagogía, especialmente a mi directora y asesora dentro de este trabajo, la doctora Jenny Patricia Acevedo Rincón.

A todo el personal administrativo, que siempre tuvieron una sonrisa para cada momento dentro de esta gran escalera y a quienes creyeron en esta idea.

Finalmente, un agradecimiento especial a los chicos de la institución que siempre dieron lo mejor para que su *loco* docente de matemáticas fuese algo más.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	10
1. El problema de Investigación.....	11
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Justificación	14
1.3. Objetivos	16
2. Referentes teóricos.....	17
2.1. Antecedentes	17
2.2. Evolución del concepto de evaluación en el sistema escolar.....	22
2.3. Clasificación de la evaluación en contextos escolares.....	23
2.4. Una mirada humanista: La evaluación con IA y los cuatro pilares de Delors.....	25
3. Aspectos metodológicos	28
3.1. Diseño metodológico	28
3.2. Población participante.....	29
3.3. Fases de la investigación.....	29
3.4. Técnicas e instrumentos.....	30
3.5. Contexto y desafíos éticos	35
4. Resultados	38

4.1. Desarrollo y resultados de la implementación de la secuencia didáctica	38
4.1.1. Sesión 1: Resuelvo, verifico e interpreto	39
4.1.2. Sesión 2: IA como copiloto.....	49
4.1.3. Sesión 3: Niveles 2 y 3 – Completar, comparar y redactar guía.....	57
4.1.4. Sesión 4: Auditoría crítica	66
4.2. Síntesis de los hallazgos.....	74
4.2.1. Comprensión matemática mediada por la IA.....	74
4.2.2. Actitudes frente al uso de la IA: de la pasividad a la agencia crítica.....	75
4.2.3. Desarrollo del pensamiento crítico y habilidades metacognitivas	75
4.3. Análisis de las interacciones y percepciones estudiantiles	76
5. Discusión.....	78
6. Conclusiones	82
Referencias Bibliográficas	85

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Niveles de escala y descripciones de evaluación de IA</i>	25
Tabla 2 <i>Fases y descripción de la investigación</i>	29
Tabla 3 <i>Instrumentos y su propósito específico</i>	31
Tabla 4 <i>Momentos de la investigación, descripción e intervención</i>	33
Tabla 5. <i>Base sin IA: “Resuelvo, verifico e interpreto”</i>	40
Tabla 6. <i>Nivel 5: IA como copiloto</i>	49
Tabla 7. <i>Niveles 2 y 3 IA – “Completar, comparar y redactar guía”</i>	57
Tabla 8. <i>Auditoría crítica con IA: “Comparo, detecto errores y corrijo”</i>	66

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. <i>Respuesta de estudiante N14</i>	44
Figura 2. <i>Respuesta de estudiante N5</i>	45
Figura 3. <i>Respuesta de estudiante N8</i>	47
Figura 4. <i>Respuesta de estudiante N1</i>	55
Figura 5. <i>Respuesta de estudiante N10</i>	56
Figura 6. <i>Respuesta de estudiante N9</i>	64

Resumen

Título: Integración de Inteligencias Artificiales en la Evaluación en Matemáticas: Propuesta para los Sistemas de Ecuaciones Lineales *

Autor: Jose Eduardo Durán Cobaría **

Palabras clave: evaluación educativa, inteligencia artificial, sistemas de ecuaciones lineales, investigación-acción, educación matemática.

Descripción:

La presente investigación aborda el uso de la inteligencia artificial (IA) en los procesos de evaluación de sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes de grado noveno de una institución educativa privada de Bucaramanga. El objetivo fue analizar la implementación de una propuesta evaluativa mediada por IA para fortalecer los procesos de resolución, verificación e interpretación matemática, promoviendo un uso crítico y responsable de estas herramientas. Teóricamente, el estudio se fundamentó en la evaluación formativa, la investigación-acción crítica y los niveles de intervención de IA propuestos por Perkins et al. (2024), desde una perspectiva que reconoce la tecnología como apoyo al aprendizaje y no como sustituto del razonamiento.

Metodológicamente, se desarrolló desde un enfoque cualitativo bajo la investigación-acción, mediante una secuencia didáctica estructurada en diferentes niveles de intervención de la IA. Para la recolección y análisis de la información se utilizaron diarios reflexivos, observaciones de clase y producciones estudiantiles como instrumentos de recolección de información. Los resultados evidenciaron avances en la argumentación matemática, la verificación de procedimientos y la alfabetización en IA, concluyendo que estas herramientas requieren mediación docente crítica para favorecer procesos de aprendizaje y no sustituir el razonamiento matemático. La inteligencia artificial no reemplaza el juicio profesional del docente; exige un docente mejor preparado para orientar, cuestionar y formar pensamiento crítico.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Educación. Maestría en Pedagogía. Director: Jenny Patricia Acevedo Rincón. Doctora en Educación.

Abstract

Title: Integration of Artificial Intelligence in Mathematics Assessment: A Proposal for Systems of Linear Equations*

Author: Jose Eduardo Durán Cobaría**

Keywords: Artificial Intelligence, Assessment, Mathematics, Systems of Linear Equations.

Abstract:

This research addresses the use of artificial intelligence (AI) in the assessment processes of systems of linear equations among ninth-grade students at a private educational institution in Bucaramanga. The objective was to analyze the implementation of an AI-mediated assessment proposal aimed at strengthening mathematical processes of solving, verifying, and interpreting, while promoting a critical and responsible use of these tools. Theoretically, the study was grounded in formative assessment, critical action research, and the AI intervention levels proposed by Perkins et al. (2024), from a perspective that recognizes technology as a support for learning rather than a substitute for mathematical reasoning.

Methodologically, the study followed a qualitative approach based on action research, through a didactic sequence structured around different levels of AI intervention. Reflective journals, classroom observations, and student work were used as data collection instruments. The results showed improvements in mathematical argumentation, procedural verification, and AI literacy, concluding that these tools require critical teacher mediation to support learning processes without replacing mathematical reasoning. Artificial intelligence does not replace professional teacher judgment; rather, it requires better-prepared teachers capable of guiding, questioning, and fostering critical thinking.

* Degree Work

** Faculty of Human Sciences. School of Education. Master's Degree in Pedagogy. Director: Jenny Patricia Acevedo Rincón. Ph.D. in Education and Pedagogical Practices in Mathematics.

Introducción

La rapidez con la que la Inteligencia Artificial generativa se ha integrado, actualmente, en la comunidad escolar genera tensión entre los modelos tradicionales de evaluación, particularmente en la asignatura de Matemáticas donde, en este presente digital, aplicaciones como Chat GPT, Photomath o GeoGebra se utilizan para abordar situaciones problema del álgebra, lo que permite desarrollar evaluaciones con procedimientos estandarizados obtenidos de manera automática mediante estas.

Al tanto de este escenario, los sistemas educativos afrontan un desafío que es fundamental, y es que se deben adaptar sus prácticas evaluativas para no solo reconocer y aprovechar las posibilidades que ofrece la IA, sino que deben preservar la autonomía, el razonamiento crítico y, también, la creatividad de los estudiantes. En relación con la evaluación en Matemáticas, particularmente, se requiere un equilibrio entre el uso de estas tecnologías como apoyo, así como la garantía del aprendizaje y comprensión de manera auténtica.

Por lo tanto, la presente propuesta investigativa pretende incorporar herramientas de IA para enriquecer el análisis de los procesos evaluativos, sin que esto haga perder de vista la centralidad pedagógica del docente, así como su formación integral en el área. Esta es una oportunidad de innovar dentro de las prácticas educativas a través de una perspectiva crítica, con un sentido ético y orientada al desarrollo integral de los estudiantes.

1. El problema de Investigación

Dentro del capítulo, se describe la brecha que se está formando entre el uso de la Inteligencia Artificial (IA) generativa y las prácticas evaluativas. Los estudiantes conocen estas herramientas y, dentro del contexto escolar, aún se está adecuando las reglas para la participación de esta.

1.1. Planteamiento del problema

Las instituciones educativas actualmente evalúan competencias, por medio de pruebas estandarizadas que buscan que el estudiante aplique lo que aprendió en las clases, desatendiendo los profundos cambios que ha traído consigo la transformación digital, entre ellos la incursión de la IA en las escuelas. Aunque la educación actual cuenta con diversas aplicaciones y herramientas tecnológicas que permiten la personalización y la automatización de procesos de aprendizaje, documentadas en estudios recientes sobre IA y educación. No obstante, el sistema educativo avanza tímidamente en su incorporación, lo que resulta en un atraso significativo en la integración crítica, ética y pedagógica de estas tecnologías en las prácticas evaluativas. Tal como ocurrió con la llegada de internet a la educación, hoy la IA generativa se incorpora progresivamente a las actividades académicas, y los estudiantes la utilizan habitualmente para obtener soluciones a problemas escolares.

Pese a la incorporación de nuevas tecnologías, la conectividad y la IA, prevalece una desconexión entre la evaluación institucional y aquellos modos reales en que estudiantes y docentes integran estas herramientas en su aprendizaje. A partir de una perspectiva institucional, la evaluación sigue estando enmarcada en métodos tradicionales que no consideran esta realidad,

lo que evidencia la ausencia de estrategias claras, que incluyan políticas de formación docente para el uso pedagógico de la IA en los procesos de evaluación. Por el contrario, para el estudiante formado en la era tecnológica, la IA se configura como un recurso que amplía las formas de abordar algunas tareas académicas y así, gestionar su aprendizaje en sintonía con tendencias educativas y tecnológicas de alcance global.

Autores como Domenech et al. (2025) sostienen que el personal docente debería incorporar reflexiones éticas en sus clases, donde se aborden temas como la privacidad y el impacto social que la IA genera, todo con el fin de sensibilizar a los estudiantes sobre las distintas aplicaciones que tienen estas tecnologías y ayudar a comprender su responsabilidad como futuros usuarios. Esto permite reconocer que la incorporación de la IA no se limita a un asunto técnico o de acceso, sino que exige un compromiso formativo que acompañe tanto a los estudiantes como a los docentes en su uso. Así mismo, la ausencia de lineamientos institucionales y de orientación docente crea obstáculos para una evaluación pertinente al contexto digital actual e invisibiliza la dimensión ética que requiere el aula frente a esta tecnología.

De hecho, estos avances digitales contrastan con una cultura evaluativa, según una de las conclusiones de Michael J. Reiss (2021), quien sostiene que es “probable que la personalización de la enseñanza sea uno de los principales beneficios de la IA en la educación.” (Reiss, 2021, p. 6). Así, en una evaluación que califica más la entrega y el resultado que el proceso para llegar a ellos, se corre el riesgo de que el uso de IA generativa deshumanice los procesos educativos al no hacerse de forma pedagógica.

En este sentido, la discusión actual ya no se centra en decidir si se debe o no integrar la IA a los procesos escolares, sino en cómo esta integración puede ser orientada pedagógica y éticamente, en especial en lo que respecta a áreas como la evaluación en Matemáticas, que es el

foco de este trabajo. Dentro del estudio del arte, diversos estudios internacionales han evidenciado que los estudiantes han iniciado el uso de herramientas de IA generativas como, por ejemplo, ChatGPT o Photomath para resolver tareas sin que exista una mediación institucional o de un docente previamente (Perkins et al., 2024; Lu et al., 2023). Esto sugiere que la IA ya fue incorporada por parte de los estudiantes en sus actividades de aprendizaje, incluso antes de que muchos sistemas educativos hayan diseñado estrategias para acompañar o regular su uso. Por lo tanto, el verdadero desafío radica en construir criterios y propuestas que permitan incorporarla de manera crítica en la evaluación escolar, garantizando procesos formativos con sentido ético y contextualizados.

Específicamente, esta problemática se manifiesta en la enseñanza y evaluación de contenidos específicos como los sistemas de ecuaciones lineales en los cuales se aplican métodos algebraicos (sustitución, igualación, reducción, entre otros) especialmente cuando los estudiantes deben conectar estas representaciones con problemas contextualizados en la realidad o con interpretaciones gráficas (Aceves Aldrete & Vargas Alejo, 2024). Por su parte, Palacios et al. (2022) argumentan que la enseñanza tradicional de este contenido, excluyendo cualquier tipo de algoritmo y/o procedimiento manual, conduce a un escaso desarrollo del pensamiento matemático y al desinterés en la misma. La enseñanza puede ser optimizada mediante propuestas donde, por ejemplo, el uso de GeoGebra permita soluciones dinámicamente impresas. Estas propuestas no solo optimizan la comprensión conceptual, sino que también propician un tipo de aprendizaje autónomo y crítico.

De esta manera, surge la pregunta de la investigación: ¿qué tipo de estrategias de IA generativa pueden hacer el diseño de una evaluación que es pertinente para sistemas de

ecuaciones lineales para los estudiantes de grado noveno en una institución educativa privada de Bucaramanga?

1.2. Justificación

La educación se encuentra en un período transicional y de adaptación a los nuevos procesos de enseñanza y formación que responden a una brecha cada vez más visible entre los pilares de evaluación y las prácticas de aprendizaje en las matemáticas escolares. Mientras muchos docentes continúan rechazando o prohibiendo el uso de herramientas de inteligencia artificial, en lugar de integrarlas como parte de la innovación para enriquecer sus competencias profesionales, los estudiantes ya están explorando estrategias para emplear la IA en evaluaciones tradicionales sin que los docentes se percaten. Esta disparidad no solo limita la validez de la evaluación, sino que también restringe el potencial formativo de la IA.

Dentro de esta institución educativa, se puede observar que los estudiantes del grado noveno utilizan la IA para realizar consultas, el desarrollo de ejercicios y otros procesos académicos. Por lo tanto, es imperativo que el docente replantee su forma de evaluar para aprovechar, de forma ética y pedagógica, las oportunidades que ofrecen estas tecnologías.

En Matemáticas escolares, existen en el currículo del grado noveno los Sistemas de Ecuaciones Lineales, un tema que esta investigación busca estudiar gracias a que dentro de su explicación teórica y práctica, que demanda no solo interpretación de problemas, sino desarrollo mediante métodos específicos como sustitución, igualación, reducción, entre otros; esto ofrece una oportunidad para explorar el potencial pedagógico de la IA al realizar una retroalimentación inmediata, tanto para el pensamiento algebraico y sus representaciones gráficas, según investigaciones como la de Aceves Aldrete y Vargas Alejo (2024).

Esta investigación se distingue por plantear un modelo evaluativo centrado en los sistemas de ecuaciones lineales, que articula las dimensiones como la didáctica, la ética y la tecnología de forma transversal. Frente a investigaciones que se concentran en la personalización del aprendizaje (Guamán et al., 2023) o en la introducción de software dinámico (Aceves & Vargas, 2024), esta propuesta se destaca por diseñar estrategias de evaluación que integran la IA generativa de forma crítica, reconociendo explícitamente el juicio docente y la autorregulación estudiantil.

Para comprender el cómo y por qué usar la IA generativa, resulta necesario articular la ética con la teoría práctica de los sistemas de ecuaciones lineales. Desde esta perspectiva, se amplía el concepto de evaluación formativa, incorporando la retroalimentación inmediata y la integración de múltiples representaciones a través de la IA, lo que favorece la comprensión de conceptos y de la argumentación matemática, según Reiss (2021). Esta propuesta construye un marco ético que tendrá en cuenta la privacidad de los datos, su equidad en el acceso y los posibles sesgos algorítmicos, cuestiones prioritarias para la regulación de la IA en la educación (Domenech et al., 2025).

Este escenario donde la IA generativa “ha desbordado cualquier capacidad humana de exploración y consumo de recursos” (Acevedo Rincón, 2025, p. 1), crea un sinfín de posibilidades en el que el docente puede diseñar experiencias significativas y desafiantes en menos tiempo, siempre que se disponga del conocimiento especializado, lo que permite discernir, filtrar y recontextualizar aquellas sugerencias automáticas. Esto genera beneficios para los estudiantes: recibir retroalimentación inmediata, desarrollar un pensamiento crítico sobre el uso ético de la IA y fortalecer su autonomía al contrastar soluciones humanas y generadas por IA.

Finalmente, este estudio brindará un aporte a un modelo de innovación evaluativa que estará alineado con los desafíos de la transformación digital antes mencionada. Implementará estrategias basadas en la IA generativa, lo que posicionará a la institución como un pionero o referente en la adopción ética de tecnologías emergentes, fortalecerá su sistema interno de aseguramiento de calidad y fomentará un desarrollo profesional docente continuo y a la vanguardia.

1.3. Objetivos

Este trabajo tiene por objetivo general: Generar una propuesta de integración pedagógica de instrumentos de inteligencia artificial generativa que transforme las prácticas evaluativas sobre el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales de los maestros de noveno grado de una institución educativa de Bucaramanga. Para lo cual se pretende alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el estado actual del uso de IA generativa por parte de estudiantes y docentes, así como las características y limitaciones de las prácticas evaluativas vigentes relacionadas con los sistemas de ecuaciones lineales.
- Diseñar un modelo de rúbrica de evaluación formativa apoyado en IA generativa que integre criterios éticos y formativos para valorar el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes de noveno grado.

2. Referentes teóricos

Los documentos que se presentan a continuación forman parte de una revisión documental realizada en bases de datos académicos de la Universidad Industrial de Santander, incluyendo libros y artículos, así como en fuentes científicas internacionales disponibles en *Scopus* y *Google Académico*. Para esta búsqueda se emplearon palabras clave como pedagogía, inteligencia artificial, ética y matemáticas, entre otras.

2.1. Antecedentes

Entre los antecedentes internacionales destacados sobre este trabajo, esta investigación identificó la de Domenech, et al (2025). Este no solo contextualiza el debate internacional, sino que orienta la formulación de estrategias concretas que integren la IA en procesos de enseñanza y evaluación de una manera ética y sostenible proponiendo “establecer marcos regulatorios efectivos” (p.4); con ello subrayan que la integración ética de la IA no puede quedar al arbitrio de la buena voluntad institucional, sino que se requieren normas que definan límites. Este enfoque se convierte en uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de este trabajo, pues permite tener una perspectiva ética a una de las problemáticas que rechazan el uso de la IA y así, contextualizar propuestas pedagógicas que integren IA en procesos de enseñanza y evaluación a través de cuatro ejes éticos fundamentales: privacidad, transparencia, discriminación y efectos cognitivos.

Frente a los sistemas de ecuaciones lineales, Aceves y Vargas (2024) desarrollaron una propuesta cuyo fin era innovar la enseñanza y aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales de dos incógnitas mediante el uso de GeoGebra y los registros de representación. En su

investigación, los autores concluyeron que esta estrategia generó mejoras significativas en la interpretación y construcción de ecuaciones lineales, así como en la comprensión de sus soluciones gráficas. Además, demostraron que el uso de un software dinámico como GeoGebra, combinado con contextos reales y trabajo colaborativo, facilita no solo la resolución mecánica de problemas sino también la construcción de significado matemático. Esta investigación demuestra el potencial de GeoGebra para el diseño de estrategias evaluativas que integren múltiples formas de representación, fomentando la argumentación y favoreciendo aprendizajes profundos en temas como los sistemas de ecuaciones lineales.

Los autores Guamán et al. (2023) publicaron en el artículo “Implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en IA para la personalización del aprendizaje en matemáticas”. Ellos realizaron un análisis de veinte estudios que les permitió clasificar tanto los beneficios, las distintas metodologías, los desafíos y las proyecciones de los ITS, destacando el impacto positivo que tuvieron en el rendimiento académico, así como la mejora en la motivación de los estudiantes, el desarrollo de habilidades metacognitivas y la retroalimentación inmediata todo ello factible gracias al uso de algoritmos adaptativos, mencionando como retos el de la formación del docente, la resistencia al cambio y las brechas tecnológicas existentes. Esta investigación aporta una base para este trabajo de grado, lo que demuestra que la IA generativa tiene el potencial para personalizar el aprendizaje y mejorar procesos de evaluación formativa, respaldando la idea de diseñar estrategias con IA generativa para evaluar sistemas de ecuaciones lineales en matemáticas escolares.

La llamada “Hoja de Ruta de la Inteligencia Artificial para Colombia”, elaborada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, es un importante adelanto a nivel nacional. Este tipo de documento establece, por primera vez, una visión nacional articulada en torno a cinco

entornos; ética y gobernanza, educación-investigación-innovación, industrias innovadoras y emergentes, datos y organizaciones, y privacidad-ciberseguridad-defensa; normalmente, estos ejes asegurarán que las políticas públicas, las acciones y las decisiones del Gobierno se encaminen en favor de una adopción ética y sostenible de la IA. La Hoja de Ruta plantea que las funciones, que servirán de hilos conductores en la red, “educación, Investigación e innovación es el motor que impulsará la sensibilización y democratización de la IA, dado que las instituciones educativas tienen la responsabilidad de formar personal con competencias transversales de uso y aplicación de la IA” (p.73), estableciendo las bases para futuros desarrollos y regulaciones en materia de inteligencia artificial en Colombia.

Por otra parte, a nivel nacional es pertinente el trabajo de maestría desarrollado Álvarez et al. (2024) cuyo título es “Integración de una herramienta de Inteligencia Artificial en una secuencia didáctica para mejorar la fluidez lectora en estudiantes de quinto grado”, quienes con un enfoque cualitativo y un modelo de Investigación-Acción Pedagógica, diseñaron e implementaron una secuencia didáctica basada en la aplicación *Read Along*, para atender las dificultades de velocidad, precisión y prosodia detectadas en 13 estudiantes rurales, en la cual manifestaron: “la secuencia didáctica ‘Mejorando la Fluidez Lectora con *Read Along*’ permite realizar ajustes continuos basados en la evaluación del progreso de los estudiantes, superando la simple aplicación de exámenes y fomentando una visión integral del proceso de aprendizaje.” (Álvarez et al., 2024, p. 101). El estudio evidenció mejoras significativas en la fluidez lectora, “este estudio ha validado de manera contundente el impacto transformador de la Inteligencia Artificial en los procesos de enseñanza de la fluidez lectora” (Álvarez et al., 2024, p. 124). Este trabajo demuestra la viabilidad de integrar soluciones de IA gratuitas y multiplataforma en contextos educativos colombianos, aportando evidencia empírica local sobre los beneficios de la

inteligencia artificial para fortalecer competencias básicas de lectura en primaria, y constituye un precedente valioso para nuevas iniciativas que busquen innovar los procesos evaluativos y formativos con tecnologías emergentes.

La línea de Educación Matemática de la Universidad Industrial de Santander reúne, bajo el liderazgo de la directora del presente trabajo desde el grupo de Investigación Edumat, desarrolla la propuesta investigativa *MathIAs* (*Mathematics Teacher's Specialised Knowledge & AI*), que presenta a nivel nacional las primeras tesis colombianas sobre cómo la IA generativa interactúa con el conocimiento especializado del profesor que enseña matemáticas. El proyecto que es coordinado por Acevedo Rincón y su equipo, combina el modelo MTSK (Conocimiento especializado del profesor que enseña Matemáticas, por sus siglas en inglés) con el diseño de planeaciones enriquecidas con IA en los diferentes niveles educativos y se estructura en tres fases o tesis, ya divulgadas en congresos nacionales y descritas en su documento de avance (Acevedo Rincón et al., 2025).

La primera tesis, Planeación IN a IA, reportada por Acevedo Rincón et al. (2025), guía a los futuros docentes de básica primaria que diseñaron una planeación inicial con inteligencia natural (IN) y, luego, enriquecerla con IA generativa. El registro de *prompts* reveló que “la necesidad de priorización de instrucciones puntuales y caracterización del aprendizaje de los cursos se vuelve ineludible cuando se programa el *prompt*” (Acevedo Rincón et al., 2025, p. 120). El estudio muestra que la calidad de la salida algorítmica depende de la precisión didáctica del docente, lo que respalda la incorporación de instrumentos evaluativos, en esta tesis, de rúbricas que permitan discernir los aportes generados por IA de aquellos derivados de la reflexión profesional.

La segunda tesis, titulada Comparación IN versus IA en “semejanza” y “patrones” (Fase 2), desarrollada por Acevedo Rincón et al. (2025), compararon clases diseñadas solo con IN y clases enriquecidas con IA para la enseñanza de semejanza (segundo grado) y patrones o secuencias (tercer grado). Aunque se evidenció un ahorro inicial de tiempo, los estudiantes de licenciatura advirtieron que “la verificación matemática y la adecuación pedagógica de las sugerencias algorítmicas exigen un tiempo adicional no previsto” (Acevedo Rincón et al., 2025, p. 141). Este hallazgo justifica la inclusión de estrategias de interpretación de las salidas algorítmicas en la presente investigación, a fin de capacitar al docente para auditar las respuestas de la IA antes de llevarlas al aula.

La tercera tesis: “Acompañamiento con IA en contextos rurales” (Fase 3, p. 143), documenta la integración de IA generativa en instituciones rurales con conectividad limitada. El equipo buscó evitar que el profesor quede reducido a producir “planeaciones mecánicas y carentes de contextos” (Acevedo Rincón et al., 2025, p. 143), subrayando que la viabilidad pedagógica de la IA depende tanto de la infraestructura tecnológica como de la adaptación sociolingüística de los *prompts*. Estos resultados sugieren, en esta tesis, la necesidad de prever materiales descargables y criterios de transferibilidad que garanticen equidad entre escuelas urbanas y rurales.

No podemos ignorar que el tema de investigación sobre la implementación de la IA en la educación Matemática sigue siendo incipiente y está en proceso de exploración continua. A pesar de esto, la revisión de antecedentes evidencia un campo de estudio que, aunque emergente, muestra avances significativos en la integración de la IA para la enseñanza y la evaluación.

2.2. Evolución del concepto de evaluación en el sistema escolar

Desde una perspectiva histórica, se puede crear una línea de tiempo que indica que, a finales del siglo XIX, el término “evaluación” comenzó a consolidarse en el lenguaje pedagógico con un sentido predominantemente cuantitativo, influenciada por la psicometría de Galton y Binet, interesados en la medición y cuantificación de la inteligencia humana. Como consecuencia, la escuela incorporó pruebas estandarizadas para clasificar a los estudiantes según rasgos considerados innatos (Tyack & Cuban, 1995). Posteriormente, durante la primera mitad del siglo XX, este enfoque positivista fue hegemónico, permitiendo que la evaluación se entendiera como un procedimiento técnico-estadístico que cuantificaba logros individuales y permitía comparar cohortes (Popham, 2001).

Encabezado por Tyler (1949) y sistematizado por Bloom (1956), el movimiento de los objetivos conductuales amplió la función evaluativa, ya que no bastaba solamente medir, sino que era necesario verificar la coherencia entre objetivos instruccionales, enseñanza y evaluación, lo que permitió reforzar la prueba como instrumento *accountability* (responsabilidad). Posteriormente, a finales de los años setenta, surgieron críticas desde la investigación cualitativa y la pedagogía crítica. Scriven (1973) estableció la distinción entre evaluación formativa y sumativa, resaltando el potencial regulador de la primera sobre el aprendizaje. Posteriormente, en la década de los ochenta, Stufflebeam (1983) añadió la dimensión contextual con su modelo CIPP (Contexto, Insumo, Proceso, Producto), mientras que en América Latina Díaz Barriga (1986) y Santos Guerra (1993) denunciaron el uso selectivo y punitivo de las pruebas, abogando por evaluaciones democráticas y contextualizadas, convirtiéndose en referentes de la evaluación moderna.

En la década de los noventa, el giro constructivista relacionó la evaluación con los procesos de mediación y andamiaje propios de la zona de desarrollo próximo, enfatizando su carácter formativo. En este contexto, Black y Wiliam (1998) presentaron evidencias empíricas, demostrando que la retroalimentación formativa mejora el aprendizaje de manera más efectiva que cualquier otra intervención. Mientras que Wiggins (1993) acuñó el concepto de evaluación auténtica, centrada en tareas significativas y transferencia del conocimiento a problemas reales. Durante las primeras décadas del siglo XXI se consolidó la orientación por competencias: organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, a través del programa PISA) y, en Colombia, el Ministerio de Educación Nacional, (MEN, 2006), impulsaron la valoración de desempeños transferibles y la toma de decisiones basada en datos.

Finalmente, la irrupción de la inteligencia artificial redefine el panorama de la medición estandarizada que avanza hacia la evaluación aumentada, con capacidad de ofrecer analíticas del aprendizaje en tiempo real, adaptabilidad y *feedback* personalizado (Luckin et al., 2016). Revisiones recientes muestran un rápido crecimiento de estudios que emplean IA para automatizar la corrección, generar ítems y predecir el desempeño en primaria y secundaria, anunciando un giro hacia esquemas de evaluación adaptativos y multimodales (Zafari, Ghasemi & Ahmadi, 2023).

2.3. Clasificación de la evaluación en contextos escolares

La evaluación educativa se concibe como un proceso continuo de obtención y análisis de información pertinente para orientar las decisiones pedagógicas y sociales. En Colombia, los Estándares Básicos de Competencias fomentan métodos de evaluación alineados con el enfoque

por competencias, entendidos como un proceso sistemático y formativo, de modo que permita tanto a docentes como estudiantes “refinar permanentemente las actuaciones”, así como ajustar la enseñanza a las necesidades reales del aula (MEN, 2006). Sin embargo, ningún criterio aislado bastaría para describir lo complejo de la evaluación y por ello, la revisión de antecedentes propone diversos ejes de clasificación que, al articularse y definir una meta clara pertinente, ofrece una imagen holística de este fenómeno.

Tradicionalmente se distinguen tres tipos de evaluación: la diagnóstica, la cual es aplicada antes de iniciar una secuencia didáctica. La evaluación formativa, que acompaña el proceso de aprendizaje; y la sumativa, que verifica logros al finalizar las temáticas. Al iniciar el año escolar, o cuando ingresa un estudiante a una institución, se le puede realizar una prueba diagnóstica que permita “determinar las condiciones iniciales” y planificar la enseñanza desde los obstáculos detectados (González et al., 2023), mientras que la evaluación formativa exige la recolección permanente de evidencias para retroalimentar a los estudiantes (MEN, 2006).

Finalmente, la evaluación sumativa es la que comprueba si los estudiantes han alcanzado los aprendizajes al terminar un período o una secuencia. Aunque no se limita a una calificación puntual, integra múltiples evidencias que documentan el progreso individual y grupal. Tal como subraya la investigación sobre secuencias didácticas, las actividades de cierre “permiten evaluar tanto el proceso de aprendizaje de los estudiantes de manera formativa como sumativa, proporcionando múltiples evidencias sobre el progreso individual y grupal” (Álvarez et al., 2024, p. 87)

2.4. Una mirada humanista: La evaluación con IA y los cuatro pilares de Delors

A las modalidades tradicionales de evaluación (heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación), con la inteligencia artificial se sumaría una posible tecno-evaluación, que sería entendida como la evaluación donde participa de manera explícita, sistemas basados en IA (Perkins et al.,2024), y dentro del mismo, Perkins et al. (2024) distinguen cinco niveles de la intervención de la IA que van desde su prohibición absoluta hasta un uso pleno como “copiloto” creativo, que obliga a reconsiderar la distribución de responsabilidades éticas entre docentes, estudiantes y los algoritmos.

Tabla 1
Niveles de escala y descripciones de evaluación de IA

Nivel	Intervención	Descripción
1	Sin IA	La evaluación se realiza íntegramente sin ayuda de IA.
		Este nivel garantiza que los estudiantes confíen únicamente en sus conocimientos, comprensión y habilidades.
		<i>La IA no debe utilizarse</i> en ningún momento durante la evaluación.
2	Generación y estructuración de ideas asistidas por IA	La IA se puede utilizar en la evaluación para la lluvia de ideas, la creación de estructuras y la generación de ideas para mejorar el trabajo. No se permite contenido de IA en la presentación final.

3	Edición asistida por IA pero no se puede crear contenido nuevo utilizando IA. Se puede usar IA, pero su trabajo original sin contenido de IA debe proporcionarse en un apéndice.
4	La IA se utiliza para completar ciertos elementos de la tarea, y los estudiantes brindan discusiones o comentarios sobre el contenido generado por IA. Este nivel requiere un compromiso crítico con el contenido generado por IA y la evaluación de su resultado. Utilizará IA para completar tareas específicas en su evaluación. Se debe citar cualquier contenido creado por IA.
5	IA Completa y mejorando la creatividad. Puede usar IA a lo largo de su evaluación para respaldar su propio trabajo y no tiene que especificar qué contenidos generó la IA.

Nota. Esta tabla presenta la *AI Assessment Scale* adaptada por Perkins et al. (2024). Cada fila corresponde a uno de los cinco niveles de intervención.

La tabla no solo clarifica el grado de intervención de IA que resulta aceptable en función de un propósito formativo, sino que también redistribuye la responsabilidad: en cuanto mayor es la intervención algorítmica, mayor debe ser la capacidad del docente y del propio estudiante para

evaluar la pertinencia, los sesgos y la autoría de los textos producidos, convirtiéndose en un instrumento práctico para armonizar la innovación tecnológica y el rigor ético dentro de los entornos escolares.

Toda innovación evaluativa debería sostener el ideal educativo de la UNESCO (Delors, 1996), cimentado en aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás y aprender a ser, pilares de la educación para el siglo XXI. Es posible facilitar la exploración de grandes volúmenes de información gracias a la introducción de IA. Sin embargo, en el ámbito de la evaluación, el docente debe verificar o garantizar la comprensión crítica y evitar la simple reproducción algorítmica, lo que permite extender los marcos clásicos de validez. La IA puede, por ejemplo, personalizar itinerarios para aprender a conocer, simulando escenarios colaborativos que fortalezcan el aprender a vivir juntos o brindar retroalimentación metacognitiva que cultive la autonomía del aprender a ser. Estos pilares no son solamente contenidos, sino que configuran un horizonte axiológico desde el cual discernir la pertinencia de cualquier práctica evaluativa.

Sin embargo, Delors advierte que los sistemas escolares tienden a privilegiar los dos primeros aprendizajes y regalan los otros dos, cuando en realidad cada pilar requiere una atención equivalente para garantizar una experiencia educativa integral (Delors, 1996). En consecuencia, los dispositivos de evaluación ya sean tradicionales o mediados por IA, han de comprobar no solo la adquisición de conocimientos y destrezas, sino también la capacidad de convivir y el desarrollo pleno del sujeto. Solo así la medición del aprendizaje podrá cumplir la función humanista que Delors propone, articulando así el saber, la acción, la convivencia y la realización personal en un proceso de aprendizaje a lo largo de toda la vida.

3. Aspectos metodológicos

Esta propuesta investigativa se enmarca en el paradigma crítico-social, se adopta un enfoque cualitativo, específicamente la investigación-acción como metodología principal.

La investigación-acción crítica no solo busca comprender la situación problemática dentro del aula, sino también transformar las prácticas pedagógicas mediante la reflexión constante y la participación de los actores involucrados. Por ello, esta elección metodológica permite conectar teoría y práctica, con el fin de promover procesos de cambio y mejoramiento continuo en los entornos educativos. Se dará privilegio al diálogo, la construcción del saber y la sistematización de la experiencia docente a través del análisis colectivo y reflexivo de la realidad educativa.

3.1. Diseño metodológico

La investigación-acción crítica se construye a “modo de andamiaje constructivista” (Mantilla et al., 2022), adoptando tres fases fundamentales en estructura espiral de acción-reflexión:

- Diagnóstico inicial: Momento inicial de exploración, caracterización y comprensión del contexto socioeducativo, con el fin de identificar las problemáticas y necesidades de forma participativa con los estudiantes, permitiendo así formular el problema de investigación.
- Plan de acción/intervención: Esta fase corresponde al diseño, implementación y seguimiento de estrategias pedagógicas orientadas a resolver (o transformar) las problemáticas identificadas en el aula.

- Reflexión y análisis: Sistematización y valoración crítica de los procesos y resultados obtenidos, con el fin de permitir la reformulación de prácticas y elaboración de conclusiones y recomendaciones.

3.2. Población participante

El estudio se desarrolla en el aula de Matemáticas de una institución educativa privada de Bucaramanga, correspondiente al grado noveno con estudiantes entre 14 y 15 años, con la participación directa del docente-investigador y, de manera indirecta, la comunidad educativa relacionada (directivos, padres, otros maestros). Esta institución resulta significativa por su contexto de transformación digital incipiente y uso espontáneo de IA por estudiantes.

3.3. Fases de la investigación

Esta investigación planificará y ejecutará sus fases, articuladas en el marco de la Investigación-Acción adaptada al aula de Matemáticas, con descripción clara de objetivos, actividades y productos. La implementación de rúbricas forma parte de la fase de intervención. Esta estructura ofrece rigor metodológico, asegurando validez y transferibilidad.

Tabla 2

Fases y descripción de la investigación

Fase	Descripción
Diagnóstico inicial	Se realiza un análisis del estado actual de la evaluación en Sistemas de Ecuaciones Lineales, uso de IA por parte de los estudiantes. Así mismo, la aplicación de observaciones, entrevista y análisis documental para

	identificar prácticas, retos y oportunidades de innovación mediante herramientas de IA.
Planificación de la acción – Diseño de la propuesta evaluativa con IA	Elaboración de una secuencia didáctica y modelo de evaluación donde se integra la IA (basado en la Tabla 1). Incluye criterios éticos y formativos, considerando los niveles de intervención de IA.
Implementación de la propuesta	Se implementará la intervención utilizando IA en el aula: estudiantes emplearán IA en consulta, resolución y reflexión; docente usará IA como apoyo metodológico y de registro.
Evaluación y reflexión	Análisis de la experiencia mediante técnicas reflexivas, validando colectivamente resultados, ajustando la propuesta y recomendaciones para futuras acciones investigativas.

3.4. Técnicas e instrumentos

En coherencia con la investigación-acción crítica (Mantilla et al., 2022) y Hernández et al (2014), se emplean técnicas cualitativas (observación, análisis documental, entrevistas semiestructuradas, grupos focales) e instrumentos triangulados para captar la complejidad educativa. Para ello, se conciben como técnicas: Observación participante/no participante, el análisis documental, las entrevistas semiestructuradas y los Grupos focales. Así mismo, se reconocen como instrumentos: el registro audiovisual (clases videograbadas), diario de campo: documentan interacciones y dinámicas del aula, los artefactos pedagógicos/evidencias aprendizaje (planeaciones, productos): analizan concordancia currículo-prácticas con

problemática, los diarios reflexivos (docente/estudiantes), las listas de chequeo, rúbricas de desempeño evidencias aprendizaje y rejillas guías.

Para garantizar la validez y consistencia investigativa, así como una selección coherente de los instrumentos, y considerando la naturaleza del problema como las recomendaciones metodológicas de Hernández et al. (2014) para alcanzar el rigor, objetividad y pertinencia contextual, se presenta la siguiente tabla que detalla la relación entre cada técnica, el instrumento correspondiente y su propósito dentro del estudio.

Tabla 3

Instrumentos y su propósito específico

Técnica	Instrumento	Propósito específico	Descripción
Observación de clase	Guía de observación estructurada	Registrar comportamientos, interacciones y evidencias del uso pedagógico de la inteligencia artificial en el aula de matemáticas, identificando actitudes, dificultades y estrategias de participación.	Permite la descripción directa y contextual.
Diario reflexivo	Diarios reflexivos digitales	Registrar las percepciones, emociones y reflexiones de estudiantes y el docente durante el proceso evaluativo mediado por inteligencia artificial (Apéndice C)	Fomenta la introspección y triangulación de perspectivas.

Videograbación	Transcripción de la clase	Recoger y analizar de manera precisa las interacciones y uso de IA, facilitando el estudio de patrones (Apéndice D)	Incrementa la confiabilidad y reproducibilidad del análisis.	la por del
----------------	---------------------------	---	--	------------

Integración con instrumentos IA y triangulación de datos

Dentro de esta investigación, la integración de la IA con instrumentos cualitativos tiene como propósito fortalecer el análisis profundo de los procesos de evaluación dentro en la temática de sistemas de ecuaciones lineales, dando prioridad siempre al contexto y a las voces de cada uno de los participantes. Esta integración se articula metodológicamente mediante la triangulación de datos, en la cual la IA apoya la organización, sistematización y contrastación de la información recolectada, mientras que la validación de los hallazgos se sustenta en la interpretación reflexiva del investigador y en la coherencia entre las diferentes fuentes y técnicas empleadas. Asimismo, dado que la IA en el campo educativo posee un carácter emergente, su implementación se concibe como un recurso metodológico complementario, orientado a potenciar el análisis reflexivo, la síntesis de información y la identificación de patrones y nuevos hallazgos, sin sustituir en ningún momento la interpretación humana ni las buenas prácticas propias de la investigación cualitativa, garantizando así un enfoque participativo, contextualizado y metodológicamente riguroso.

Para ello, se fundamenta el uso de la IA que se concibe como una herramienta para agilizar la organización de evidencias tales como portafolios, textos o grabaciones y que puede sugerir patrones o conexiones temáticas relevantes, pero no como un reemplazo de la mirada analítica del investigador.

Este control y validación del análisis cualitativo permanecen en el ámbito humano, por lo que toda información sugerida por la IA debe ser revisada, contrastada y enriquecida, asegurando así transparencia, pertinencia y resguardo ético de los datos aportados.

En consecuencia, el recorrido metodológico incorpora la IA en tres momentos articulados: planificación y diseño, aplicación y análisis, y, finalmente, reflexión, validación y retroalimentación.

Tabla 4

Momentos de la investigación, descripción e intervención

Momento	Descripción	Intervención / Acciones
Diagnóstico del contexto	Reconocimiento del contexto educativo, de las prácticas de evaluación existentes y de los saberes previos de los participantes en relación con los sistemas de ecuaciones lineales y el uso de herramientas de inteligencia artificial.	Socialización inicial del proyecto. Actividades de indagación sobre las concepciones de evaluación y el conocimiento previo de la IA. Recolección de información inicial mediante textos escritos, registros orales y producciones académicas.
Planificación de la intervención	Definición de los objetivos de la investigación, selección de instrumentos cualitativos y de los soportes de recolección de información (textos, audios, portafolios digitales y registros audiovisuales). Organización del	Presentación de las etapas del proceso investigativo y del cronograma de trabajo. Socialización de los criterios de evaluación y de la rúbrica. Acuerdos sobre el uso orientado

	proceso de evaluación y del uso de la IA como apoyo al ético y pedagógico de herramientas aprendizaje y a la evaluación. de IA.	
Implementación	Desarrollo de la propuesta evaluativa en el aula, orientada al análisis de los procesos de evaluación en la temática de sistemas de ecuaciones lineales.	Aplicación de los instrumentos definidos. Uso guiado de herramientas de IA por parte de los estudiantes como apoyo al razonamiento matemático y a la organización de procedimientos, sin sustituir los procesos cognitivos.
Recolección y sistematización de la información	Registro y organización de la información producida durante la implementación, a partir de diversas fuentes y soportes.	Recolección de evidencias en textos escritos, audios, portafolios digitales y registros audiovisuales. Uso de IA para la transcripción de audios, organización inicial de datos y visualización de patrones, bajo supervisión del investigador.
Análisis, reflexión y retroalimentación	Interpretación crítica de la información recolectada, articulando los datos provenientes de diferentes fuentes para comprender los procesos evaluativos desarrollados.	Agrupación y análisis de la información con apoyo de herramientas de IA para la organización semántica. Reflexión crítica del investigador, socialización de resultados con los participantes y retroalimentación orientada a

la mejora del proceso
evaluativo.

3.5. Contexto y desafíos éticos

La imprevisibilidad de los modelos generativos ya sea por su opacidad en procesos de entrenamiento, constituye el primer desafío ético. De acuerdo con lo expuesto, la integración de IA debe salvaguardar transparencia, equidad e inclusión, previniendo sesgos algoritmos que puedan amplificar desigualdades (UNESCO, 2021). Sin embargo, estos modelos carecen de un “*moral compass*” o de su traducción literal, de un “compás moral” y reproducen prejuicios de datos de entrenamiento, generando respuestas inexplicables que socavan confianza en docentes y estudiantes (Fabijanić Gagro, 2024). Uno de los dilemas es el de la privacidad de los datos personales y académicos de estudiantes. Al incorporarse IA en aulas, se exponen riesgos de privacidad que exigen protocolos de gobernanza. Estos marcos aseguran una educación inclusiva y equitativa, respetando los derechos estudiantiles.

Dentro de estos mismos desafíos hay que tener en cuenta la centralidad pedagógica del docente (su juicio profesional en el diseño evaluativo) y la autonomía estudiantil (capacidad de razonamiento propio sin dependencia algorítmica). Pues la retroalimentación automática intensiva en la evaluación en Matemáticas podría desplazar procesos como el razonamiento crítico y la creatividad (mediante soluciones instantáneas que sustituyen análisis manual), dejando en un segundo plano la pertinencia contextual del estudiante y el rol formativo del docente. Con respecto al potencial que tienen las IAs, Reiss (2021) advierte que lo tiene, pero que “existe el riesgo de que el aprendizaje se vuelva menos social y menos centrado en el desarrollo integral” (p. 7). Por lo tanto, es necesario un equilibrio mediante escalas de

intervención (Perkins et al., 2024) que favorezca el pensamiento independiente y la reflexión sobre el propio aprendizaje.

Desde la perspectiva del rol docente se adquiere una dimensión distinta en contextos mediados por IA, ya que se exige fortalecer la competencia ética (auditar sesgos, regular prompts, evaluar autoría) de los educadores y convertirlos en garantes de buenas prácticas (protocolos IA), supervisores críticos de los sistemas (verificando outputs) y guías para el desarrollo de una ciudadanía digital responsable. Dentro del marco teórico, Perkins et al. (2024) propone integrar herramientas de IA mediante escalas de “grado de intervención”, del nivel 1 (sin IA) al 5 (IA completa como copiloto), aplicadas vía rúbricas que delimitan usos permitidos según los propósitos formativos. Así se clarifica la participación de IA en términos éticos y pedagógicos (progreso crítico), y se responsabiliza a estudiantes como a docentes del análisis y regulación del proceso evaluativo.

Es necesario reconocer que, debido a la reciente incorporación de la IA educativa, existe ausencia de lineamientos y de regulaciones específicas lo que puede exponer a las instituciones al riesgo de decisiones improvisadas y prácticas arbitrarias, siendo necesario construir marcos normativos como políticas de datos, auditorías de algoritmos o protocolos éticos. Es indispensable avanzar en políticas que aseguren revisiones periódicas, auditorías de los sistemas, procedimientos de apelación y formación continua de la comunidad educativa.

Para el desarrollo de esta investigación, la dimensión ética adquiere un papel crucial que asegure que tanto los procesos como los resultados, respeten plenamente los derechos y bienestar de cada uno de los participantes. Por lo tanto, se incorpora en esta sección metodológica una aplicación práctica de estos principios, guiada por el informe Belmont (1978), pues dicho informe es referente histórico y normativo en la investigación con seres humanos, estableciendo tres

principios esenciales: respeto por las personas, beneficencia y justicia, que orientan la conducción responsable de esta investigación.

En el respeto por las personas, esta investigación garantiza la autonomía de cada participante mediante la obtención de un asentimiento y consentimiento informado claro (Apéndice A y B) y voluntario de estudiantes y representantes legales, más el aval de la institución. Además de consideraciones especiales para quienes tengan discapacidades cognitivas o barreras lingüísticas; con el propósito de asegurar que la participación sea libre, confidencial y reversible en cualquier momento. Con el propósito de minimizar riesgos, el principio de beneficencia actuará como guía, vigilando cuidadosamente cualquier uso de datos y apoyo tecnológico (incluida la IA) para que no afecte negativamente a los participantes de la investigación.

Finalmente, la justicia asegura una selección equitativa de participantes y la distribución justa de beneficios y responsabilidades, evitando que grupos vulnerables sean explotados o estén expuestos a riesgos desproporcionados. Con estos criterios se implementan protocolos de seguridad, como la confidencialidad de datos, la auditoría continua sobre el uso responsable de herramientas de IA y una supervisión ética constante de cada proceso que involucre a la comunidad educativa. Así, la ética no solo queda expuesta como fundamento teórico, sino que se traduce en acciones concretas que garantizan la integridad, la transparencia y la responsabilidad durante toda la realización del estudio.

4. Resultados

El propósito de este capítulo es presentar los resultados obtenidos a partir de la implementación de la secuencia didáctica con los estudiantes. El análisis se sustenta en las evidencias obtenidas directamente durante la intervención y el desarrollo de las sesiones tales como los diarios reflexivos, los registros escritos y las producciones de los estudiantes, con el fin de describir y analizar los avances en la comprensión de los contenidos, así como las percepciones frente al uso de la IA en las clases de Matemáticas. En coherencia con el enfoque de investigación-acción-crítica adoptado, los resultados no se presentan como hallazgos estadísticos sino como trayectorias de comprensión y transformación, articulando la voz de los participantes con las categorías analíticas que emergen del corpus de datos.

Por lo tanto, los resultados se organizan en tres apartados, en función de los momentos de la implementación y de los tipos de información recogida, lo que permite ofrecer una visión articulada tanto de la descripción de la experiencia en el aula, como de su interpretación. El primero, *Desarrollo y Resultados de la Implementación de la Secuencia Didáctica*, describe los resultados obtenidos durante las sesiones. El segundo apartado consolida los descubrimientos transversales en torno a tres categorías: comprensión matemática, actitud frente al uso de la IA y el pensamiento crítico. Finalmente, el tercero, *Análisis de las interacciones y percepciones estudiantiles*, ofrece la discusión de estos resultados a la luz del marco teórico.

4.1. Desarrollo y resultados de la implementación de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica se implementó en cuatro sesiones de clases, a partir de actividades orientadas al trabajo con sistemas de ecuaciones lineales y al uso de herramientas de IA como:

ChatGPT, Grok o Gemini, para apoyar la resolución, la comparación de métodos y la reflexión sobre el proceso; progresando desde un trabajo sin IA (Tabla 1) hasta la auditoría crítica de las respuestas generadas por la herramienta. Este diseño escalonado buscó que los estudiantes experimentaran las diferencias entre resolver sin apoyo algorítmico, con asistencia parcial y con copilotaje pleno, para construir desde la práctica un criterio propio sobre el uso pedagógico de la IA.

4.1.1. Sesión 1: Resuelvo, verifico e interpreto

Esta sesión funcionó como línea de base, ya que los estudiantes plantearon y resolvieron un sistema 2×2 a partir de un contexto real utilizando únicamente sus conocimientos previos. El criterio central consistió en comprobar la validez de la solución obtenida mediante la sustitución de los valores encontrados en las ecuaciones originales, independientemente del método empleado para resolver el sistema. (Tabla 5). Para ello se propuso la siguiente situación:

"Juan compró 3 cuadernos y 2 lápices y pagó en total \$14.000. Ese mismo día, María compró 2 cuadernos y 5 lápices y pagó \$13.000 pesos. Suponiendo que el precio de los cuadernos y los lápices es el mismo para todos los clientes, ¿cuál es el precio de un cuaderno y cuál es el precio de un lápiz?"

El objetivo fue que los estudiantes realizaran un proceso de modelación. Para ello, debían transitar por diferentes registros de representación semiótica: desde el lenguaje verbal (el enunciado), pasando por el algebraico (la construcción del sistema), hasta llegar a la verificación por sustitución.

A continuación, en la Tabla 5, se presenta la estructura de la primera sesión de la secuencia didáctica denominada "Resuelvo, verifico e interpreto", diseñada como una experiencia inicial

sin uso de IA para identificar los conocimientos previos, las estrategias de resolución y los procesos de verificación desarrollados por los estudiantes.

Tabla 5.

Estructura curricular de la Sesión 1: Línea de base sin uso de IA

Secuencia didáctica:		<i>Base sin IA: “Resuelvo, verifico e interpreto”</i>
Docente:	Jose Eduardo Durán Cobaría	Área: Matemáticas Grado: 9° Período: II
Indicador de desempeño	de	Modela y resuelve sistemas de ecuaciones lineales 2×2 por distintos métodos, interpreta la solución y la verifica.
Derecho Básico de Aprendizaje (DBA)		Plantea sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas y los resuelve utilizando diferentes estrategias. Reconoce cuándo un sistema de ecuaciones lineales no tiene solución.
Evidencia		• Hoja de trabajo: planteamiento, su procedimiento, verificación e interpretación. • Ticket de salida sin IA: 1 sistema corto resuelto y verificado.
Situación Problema		A partir de las compras realizadas por Juan y María en una papelería escolar, los estudiantes deberán modelar la situación mediante un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas para determinar el precio unitario de cuadernos y lápices, verificar la solución e interpretar su significado en el contexto.
Objetos de aprendizaje	de	• Plantear sistemas 2×2 desde un contexto. • Resolver por un método elegido. • Verificar por sustitución y argumentar, con base en los resultados obtenidos, por qué la solución satisface el sistema de ecuaciones y es coherente con el contexto del problema.
Criterios de Evaluación	de	Planteamiento correcto, procedimiento claro, verificación aritmética e interpretación argumentada del sentido de la solución en el contexto original.

INICIO			
Exploración	Estructuración	Etapas de comprensión	Evaluación
<i>Tiempo: 8 min</i>	<i>Tiempo: 7 a10 min</i>		
Nivel 1: Sin IA			
Actividad: Mini-reto diagnóstico individual.	Actividad: Socialización breve de estrategias.	Está integrada dentro de la práctica.	Está integrada dentro del Ticket de Salida**.
Ejemplo de sistema	¿Qué significa “resolver bien”?		
$\begin{matrix} x + y = 7 \\ x - y = 1 \end{matrix}$			
Resolver por el método que elijan y verificar.	Recordatorio:		
Producto: foto/entrega rápida del procedimiento.	verificar significa sustituir.		
Expectativas / Posibles dificultades	Expectativas		
	Que comprendan el criterio de calidad: procedimiento visible + verificación + interpretación.		
	Posibles dificultades		
	Confundir “verificar” con “revisar por encima” o “volver a resolver igual”. Solución: establecer regla: “si no hay sustitución, no hay verificación”.		
Evaluación en esta etapa	Diagnóstica		
	Revisión rápida del mini-reto: se identifica quién ya verifica, quién se pierde en signos, quién no organiza el despeje.		
DESARROLLO			

** El Ticket de Salida, es un ítem dentro del área de Matemáticas donde se evalúa la clase de manera inmediata y rápida. Hace parte de la calificación procedimental dentro del SIIE.

Práctica	Transferencia	Resolución de la situación problema
Tiempo: 12 a 15 min		
Nivel 1: Sin IA	Tiempo: 18 a 20 min	Situación problema:
Actividad: Ejercicios guiados en parejas.	Actividad: Problema contextual (individual o parejas).	En una papelería de barrio en Colombia, Juan compró 3 cuadernos y 2 lápices y pagó en total \$14.000 pesos.
• Resolver 1 sistema por reducción con guía del docente. Hay que resaltar que los pasos sean visibles. • Enfatizar dónde suelen fallar: multiplicación para eliminar, manejo de signos u orden.	1. Definir variables. 2. Plantear sistema a partir de dos compras. 3. Resolver (método sugerido: reducción). 4. Verificar por sustitución. 5. Interpretar: ¿qué representa x?, ¿qué representa y?, ¿tiene sentido el precio?	Ese mismo día, María compró 2 cuadernos y 5 lápices y pagó \$13.000 pesos.
		Suponiendo que el precio de los cuadernos y los lápices es el mismo para todos los clientes, ¿cuál es el precio de un cuaderno y cuál es el precio de un lápiz?
Expectativas		
Que los estudiantes logren traducir el contexto a un sistema de ecuaciones lineales, lo resuelvan con procedimientos, lo verifiquen y escriban su interpretación final.		
Posibles dificultades		
Expectativas / Posibles dificultades	Planteamiento incorrecto debido a una lectura inadecuada del contexto o la definición errónea de las variables, lo que genera una ausencia de interpretación del problema. Para mitigar esta dificultad, se aplica una lista de chequeo previa basada en tres preguntas: “¿Qué es x ? ¿Qué es y ? ¿Qué representa cada ecuación?”. Finalmente, se construye una frase de síntesis: “ <i>Por eso x es igual a..., mientras que y significa...</i> ”.	
Evaluación en esta etapa	Formativa Lista de chequeo rápida del docente.	

	• Procedimiento visible. • Verificación por sustitución. • Interpretación con sentido y coherencia.
CIERRE	
VALORACIÓN	Etapas de reflexión
<i>Tiempo: 10 min</i>	
Valoración y reflexión	
Actividad: Autoevaluación breve entre 1 a 2 líneas. • “Lo que más me funcionó para resolver fue...” • “Mi error más común hoy fue... y lo corregí así...”	Autoevaluación breve (1–2 líneas): <i>“¿Cuál fue mi dificultad dentro de la temática?”</i> Etapas de reflexión: Ticket de salida Resolver y verificar: $\begin{cases} 3x + 2y = 18 \\ x - y = 1 \end{cases}$
Ticket de salida	
Resolver un sistema corto y verificar para evidencia de desempeño propio.	
Expectativas / Posibles dificultades	Expectativas
	Evidencia individual final con la verificación.
	Posibles dificultades
	Que el tiempo no permita completar la verificación del sistema. Para atender esta dificultad, se ajusta la complejidad aritmética de la actividad y se prioriza el planteamiento, la resolución y la verificación manual por sustitución, sin apoyo tecnológico.
Evaluación en esta etapa	Final o formativa
	Se toma el ticket de salida como evidencia final rápida del logro (con verificación).
Duración	55 minutos

Los registros mostraron un desarrollo heterogéneo. Mientras algunos estudiantes manifestaron una alta familiaridad con el tema, otros reconocieron confusión vinculada a la memoria o alguna dependencia instrumental temprana de la calculadora. Por ejemplo, en el primer diario reflexivo, el estudiante N14 presentó dificultades como las antes mencionadas

Figura 1.

Respuesta de estudiante N14

¿Qué sentiste al inicio y al final de la clase? ¿Por qué? *

Confusión porque no me acuerdo del tema

¿Qué aprendiste hoy sobre sistemas de ecuaciones lineales? *

A hacerlos en la calculadora

¿Qué fue lo más difícil y cómo lo superaste? *

Acordarme del tema

¿Cómo planteaste el sistema del contexto (papelería)? ¿Tu verificación por sustitución fue correcta? ¿Por qué confías en tu solución? *

Confío en mi solución porque lo hice en la calculadora

Esta coyuntura inicial permitió realizar una profundización temática y un proceso de evaluación formativa del tema.

A continuación, se presenta un breve diálogo entre el docente y el estudiante N14, en el que se evidencian algunas dificultades iniciales relacionadas con la resolución del sistema y la dependencia instrumental de la calculadora.

Estudiante N14: “Profe, realmente lo hice con calculadora. No recordaba el tema.”

Profesor: “No te preocupes, es parte del proceso. Pero, podemos ver que existen vacíos por superar y de esto se trata este espacio. Vamos a resolverlo todos juntos.”

En contraste, se observaron situaciones en las cuales algunos estudiantes resolvieron con solvencia los ejercicios planteados. El caso del estudiante N5, el cual lo consignó en su cuaderno de clase.

Figura 2.

Respuesta de estudiante N5

Handwritten student work on grid paper showing algebraic steps for solving a system of linear equations. The work includes equations like $x+y=7$, $x-y=1$, and a substitution process where $x=5y$ is used to solve for y and then x . There are some errors in the final steps, such as $2y=41$ instead of $2y=4$.

En la Figura 2 se presenta el procedimiento realizado por el estudiante N5, durante la resolución del sistema mediante el método de sustitución. Aunque el estudiante obtuvo la respuesta esperada, el análisis detallado del procedimiento evidencia una inconsistencia en el quien resolvió el sistema aplicando una modificación del divisor durante el despeje de la variable, llegando al resultado correcto sin mantener coherencia del proceso algebraico. Esta situación constituye un ejemplo de cómo la evaluación formativa trasciende la verificación del resultado

final, al permitir identificar dificultades procedimentales que orientan la retroalimentación y la toma de decisiones pedagógicas.

Este hallazgo reafirma la importancia de centrar la evaluación en el análisis del proceso de resolución y no exclusivamente en la obtención de la respuesta correcta, ya que las evidencias permiten identificar concepciones erróneas o procedimientos inconsistentes que requieren retroalimentación específica.

Situación: El estudiante N5 aplica el método de Sustitución en el sistema planteado en clase.

Profesor: Se cumplieron con las expectativas planteadas para la sesión.

Este ejercicio de introspección, mediado por el diario reflexivo de la sesión inicial funcionó como un espejo de la, llamémosla, *inteligencia natural* de los estudiantes. Al enfrentarse al problema sin mediación tecnológica, los participantes lograron identificar la necesidad de una estructura lógica en su razonamiento matemático.

La brecha detectada entre quienes obtuvieron el resultado y quienes pudieron justificarlo se sustenta en la distinción de Black y Wiliam (1998) entre *"fit"* (ajuste) y *"match"* (correspondencia). En este sentido, un estudiante puede llegar a la respuesta correcta sin mantener coherencia del procedimiento de resolución, evidenciando un ajuste con el resultado esperado, pero sin alcanzar una comprensión conceptual que le permita justificar la validez de la solución. El caso del estudiante N5 ilustra esta situación, pues, aunque obtuvo el resultado correcto, el análisis de su procedimiento revela inconsistencias aritméticas que impiden afirmar una correspondencia conceptual completa.

Según Mantilla et al. (2022), este ejercicio permite que el aula se convierta en un escenario de investigación donde el estudiante crea conciencia sobre sus propios procesos metacognitivos.

Nota: El estudiante N8 plantea el Sistema de ecuaciones lineales, aplica el método de sustitución y responde de acuerdo con la situación problema planteada.

Posteriormente, durante el diálogo con el docente, el estudiante N8, explicó el procedimiento utilizado y justificó la validez de su respuesta.

Profesor: ¿Cómo planteaste el sistema del contexto (papelería)? ¿Tu verificación por sustitución fue correcta? ¿Por qué confías en tu solución?

Estudiante N8: Planteé el sistema organizando las incógnitas y con sus respectivos totales según decía el enunciado para resolverlo con el método de sustitución.
Efectivamente la solución fue coherente con el contexto del sistema, por lo tanto, es confiable.

En este sentido, la evaluación deja de ser un acto meramente administrativo para transformarse en un proceso de diálogo, comprensión y mejora continua. En este marco, Santos Guerra (1993) propone que el docente utiliza las evidencias obtenidas durante el proceso de aprendizaje para orientar la toma de decisiones y perfeccionar continuamente su mediación didáctica. Este diagnóstico inicial no solo consolidó la base conceptual de los alumnos, sino que sirvió de plataforma para introducir de manera crítica las herramientas tecnológicas en las sesiones siguientes.

Desde la perspectiva del docente-investigador, este diagnóstico evidenció que, aunque el grupo manejaba procedimientos básicos para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, persistían dificultades en la verificación y la justificación de las soluciones obtenidas. En este sentido, el método de sustitución se constituyó en un mecanismo de validación matemática que permitió trascender la obtención del resultado correcto y centrar la atención en la argumentación y coherencia del procedimiento desarrollado. Este punto de partida permitió establecer la

necesidad de introducir la IA en las siguientes sesiones, no como un sustituto del cálculo, sino como un aliado para profundizar en el análisis, la comparación de métodos y la retroalimentación del proceso de aprendizaje.

4.1.2. Sesión 2: IA como copiloto

En esta sesión se utilizó la IA con el mayor nivel de intervención, ya que los estudiantes podían usarla para formular problemas, elegir métodos y comparar procedimientos, bajo la condición de realizar la verificación por cuenta propia. Ellos tuvieron toda la libertad de escoger su IA de predilección. (Figura 2).

Tabla 6.

Nivel 5: IA como copiloto

Secuencia didáctica:			Nivel 5: IA como copiloto		
Docente:		Jose Eduardo Durán Cobaría	Área:	Matemáticas	Grado: 9° Período: II
Indicador de desempeño			Modela y resuelve sistemas de ecuaciones lineales 2×2 por distintos métodos, interpreta la solución y la verifica.		
Derecho Básico de Aprendizaje (DBA)		Plantea sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas y los resuelve utilizando diferentes estrategias. Reconoce cuándo un sistema de ecuaciones lineales no tiene solución. • Hoja de trabajo o informe corto con el planteamiento, dos métodos comparados o un método más uno que contraste, su verificación por sustitución e interpretación. • Registro de interacción con IA: <i>prompts</i> principales; asimismo, se registra la información que el estudiante aceptó, modificó o rechazó, y las razones que justifican dichas decisiones (aunque el nivel 5 no obligue a señalar autoría, esta información se solicita como evidencia pedagógica del proceso).			
Evidencia					

	• Ticket de salida sin IA (1 sistema corto resuelto y verificado).
Situación Problema	<i>“En una cafetería del colegio se venden combos A y B; con dos compras diferentes se obtiene el sistema; halla precios, interpreta y valida si tiene sentido.”</i>
Objetos de aprendizaje	• Usar IA como copiloto para explorar métodos y explicaciones, sin perder control del razonamiento. • Verificar por sustitución y justificar la solución con criterios matemáticos. • Comparar al menos 2 métodos y elegir el más conveniente según el sistema.
Criterios de Evaluación	Planteamiento correcto, procedimiento claro, verificación e interpretación, uso crítico/ético de IA (registro y contraste).

INICIO

Exploración	Estructuración	Etapas de comprensión	Evaluación
Tiempo: 8 min Nivel 5: Se permite IA desde el inicio. Actividad: “Antes de resolver: plan y riesgos” (parejas). 1. Presentar el problema contextual y pedir que definan variables.	Tiempo: 7 a 10 min Actividad: Acuerdos rápidos para Nivel 5 (muy concretos). “Se permite IA en todo, pero el control	Está integrada dentro de la práctica.	Está integrada dentro del Ticket de Salida ^{††} .

^{††} El Ticket de Salida, es un ítem dentro del área de Matemáticas, donde se evalúa la clase de manera inmediata y rápida. Hace parte de la calificación procedimental dentro del SIIE.

2. Usar IA para proponer dos rutas de solución (por ejemplo: reducción y sustitución) sin quedarse solo con una.	matemático es del estudiante: su verificación obligatoria por sustitución y explicación de decisiones”.
3. El grupo selecciona una ruta preliminar y escribe “riesgos” (signos, despejes, interpretación). Producto: Plan de pasos (borrador), así como dos riesgos identificados.	Se entrega formato de evidencia (plantilla): 1. Plan 2. Desarrollo 3. Verificación 4. Interpretación 5. Reflexión.
Producto:	Plantilla realizada o escrita en la hoja.
Expectativas / Posibles dificultades	Expectativas Que la IA ayude a arrancar con estructura, pero que el grupo decida y anticipe errores. Posibles dificultades Que se vayan directo a pedir “la respuesta final”. Por lo que se sugerirá que: “Si no hay plan, la verificación y la interpretación, no hay producto válido”.
Evaluación en esta etapa	Diagnóstica

DESARROLLO		
Práctica	Transferencia	Resolución de la situación problema
Tiempo: 12 a 15 min		
Nivel 5: IA como copiloto	Tiempo: 18 a 20 min Informe de solución con control	
Actividad: Resolver el sistema (en parejas o grupos pequeños) con IA como copiloto. - Plantear el sistema desde el contexto (dos ecuaciones, dos incógnitas). - Resolver por un método. - Pedir a la IA un segundo método o una comprobación alternativa para contrastar.	Actividad: Elaborar el mini-informe (1 página máximo). Debe incluir: - Variables y sistema. - Método principal (pasos). - Método alternativo (o contraste explicado). - Verificación por sustitución (obligatoria). - Interpretación: “x significa..., y y significa...; tiene sentido porque...”. “Qué hizo la IA y qué decidí yo” (máximo 3 líneas). Uso de IA: Se puede usar para mejorar claridad, proponer redacción, y organizar el informe (copiloto total).	La resolución de la situación problema está integrada en la Práctica y se consolida en la Transferencia mediante el informe (planteamiento, procedimiento, verificación e interpretación).
Prompts sugeridos (permitidos en Nivel 5): “Plantea el sistema a partir de este contexto y explica qué	Producto: Informe final, el anexo de <i>prompts</i> principales (captura o transcripción breve).	

representa cada variable.”

- “Resuélvelo por (ejemplo) reducción con procedimiento claro.”
- “Resuélvelo por otro método y compara con el anterior; si difieren, sugiere dónde pudo estar el error.”
- “Dame una verificación por sustitución paso a paso y qué debería dar en cada ecuación.”

Producto: El procedimiento y la respectiva comparación de métodos (o contraste) en la hoja.

Expectativas

Expectativas / Posibles dificultades Que el producto sea coherente, verificable y con interpretación contextual.

Posibles dificultades

Que se presente un informe “bonito” pero sin verificación o sin sentido contextual. De ser así, se sugerirá la lista de chequeo, así no se recibe sin sustitución o su respectiva interpretación.

Formativa

Instrumento: Lista de chequeo rápida del docente:

Evaluación en esta etapa

- ¿Sistema bien planteado?
 - ¿Procedimiento visible?
 - ¿Verificación por sustitución completa?
 - ¿Interpretación con sentido?
 - ¿Registro mínimo de interacción con IA?
-

CIERRE

VALORACIÓN

Etapas de reflexión

Tiempo: 8 a 10 minutos

Valoración y reflexión

Actividad: Reflexión breve (individual, 4–5 líneas):

- “¿Qué hice yo para confiar en la solución y no solo en la IA?”
- “¿En qué parte la IA pudo equivocarse y cómo lo detecté?”

Autoevaluación breve (1–2 líneas):

“¿Qué tan satisfecho estoy usando a la IA como copiloto?”

Ticket de salida

Resolver y verificar:

$$\begin{cases} 3x + y = 9 \\ x - y = 3 \end{cases}$$

Expectativas

Expectativas / Posibles dificultades

Que expliciten criterio de confianza: verificación, comparación, coherencia del contexto.

Posibles dificultades

Respuestas genéricas (“porque sí”). Recordar la importancia de mencionar un paso concreto: “sustituí en ____ y obtuve ____”.

Evaluación en esta etapa	Final o formativa
Duración	55 minutos

Se observó un desplazamiento emocional hacia la curiosidad y la intriga. Uno de los hallazgos significativos fue el descubrimiento colectivo de la tendencia repetitiva y el sesgo algorítmico de la herramienta, ya que la IA tendía a plantear contextos similares independientemente de las instrucciones iniciales. Por ejemplo, en las respuestas del diario reflexivo de esta sesión, el estudiante N1 respondió:

Figura 4.

Respuesta de estudiante N1

¿Qué sentiste al inicio y al final de la clase? ¿Por qué? *

sentí curiosidad, y luego me sentí satisfecho

¿Qué aprendiste hoy sobre sistemas de ecuaciones lineales? *

La manera de plantear problemas

¿Qué fue lo más difícil y cómo lo superaste? *

Hacer un prompt para que la IA dijera un problema coherente, que pueda ser aplicado en la vida real

¿Cómo usaste la IA para comparar métodos? ¿Qué cambiaste de su sugerencia y por qué? *

La IA resolvía bien dependiendo del método, pero al momento de plantear la ecuación, le era difícil plantear un problema coherente, tuve que pedirle uno que no fuera lo mismo de siempre

Los estudiantes con mayor autonomía desarrollaron habilidades intuitivas de *prompt engineering*, ajustando sus instrucciones al identificar soluciones sin sentido. Por ejemplo, el estudiante N9 reconoce que la IA desarrolla el ejercicio, pero que se debe estar alerta en el contexto real de una situación problema.

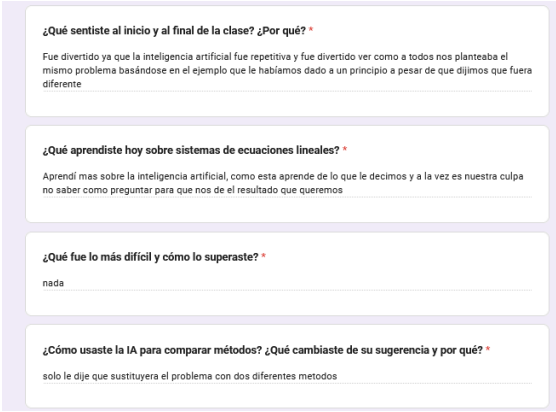
Profesor: ¿Qué tan satisfecho estás usando a la IA como copiloto?

Estudiante N9: No hubo error, en ambos casos llegó al mismo resultado. Sin embargo, la IA tuvo problemas para plantear una situación real para el sistema de ecuaciones.

Durante esta sesión, los estudiantes compartieron sus experiencias y sus hallazgos. No obstante, algunos participantes asumieron posturas pasivas donde la IA realizó todo por ellos. Por ejemplo, el estudiante N10 compartió en su diario reflexivo que “solo le dije que sustituyera el problema con dos diferentes métodos”, lo que subraya la necesidad de una mediación docente de forma activa para evitar que la tecnología invisibilice el aprendizaje.

Figura 5.

Respuesta de estudiante N10



¿Qué sentiste al inicio y al final de la clase? ¿Por qué? *

Fue divertido ya que la inteligencia artificial fue repetitiva y fue divertido ver como a todos nos planteaba el mismo problema basándose en el ejemplo que le habíamos dado a un principio a pesar de que dijimos que fuera diferente

¿Qué aprendiste hoy sobre sistemas de ecuaciones lineales? *

Aprendí mas sobre la inteligencia artificial, como esta aprende de lo que le decimos y a la vez es nuestra culpa no saber como preguntar para que nos de el resultado que queremos

¿Qué fue lo más difícil y cómo lo superaste? *

nada

¿Cómo usaste la IA para comparar métodos? ¿Qué cambiaste de su sugerencia y por qué? *

solo le dije que sustituyera el problema con dos diferentes metodos

La transición hacia el Nivel 5 de intervención de la IA, en esta segunda sesión, permitió que los estudiantes experimentaran el rol de la tecnología como un aliado estratégico en la construcción de modelos matemáticos. Al permitirles delegar las tareas mecánicas de resolución bajo la figura de "copiloto", el aula se transformó en un laboratorio de pensamiento de alto nivel, donde el interés se desplazó desde el cálculo algorítmico hacia la calidad de la instrucción o *prompt* y la coherencia del contexto generado. Este cambio de enfoque es fundamental para una

integración pedagógica de la IA, ya que busca que el estudiante reflexione sobre el proceso y las estructuras lógicas que subyacen a los sistemas de ecuaciones lineales. Sin embargo, la aparición espontánea de discusiones sobre el sesgo algorítmico y la tendencia repetitiva de la IA evidenció que la delegación no debe ser absoluta; por el contrario, exige un ejercicio de auditoría constante por parte del estudiante para evitar que la automatización invisibilice el aprendizaje auténtico. Así, la evaluación se consolidó como un proceso de diálogo, comprensión y mejora, siguiendo a Santos Guerra (1993), para quien el reconocimiento de las limitaciones de la herramienta tecnológica constituye una oportunidad pedagógica para reafirmar la autonomía del razonamiento humano frente a la respuesta inmediata.

4.1.3. Sesión 3: Niveles 2 y 3 – Completar, comparar y redactar guía

En esta fase se utilizaron niveles intermedios en el uso de la IA, pues se generaron estructuras y hubo edición asistida. El producto fue una guía paso a paso construida por los estudiantes, conservando la autoría matemática. (Tabla 7).

Tabla 7.

Niveles 2 y 3 IA – “Completar, comparar y redactar guía”

Secuencia didáctica:			Niveles 2 y 3 IA – “Completar, comparar y redactar guía”					
Docente:	Jose Eduardo Durán Cobaría		Área:	Matemáticas	Grado:	9°	Período:	II
Indicador de desempeño			Modela y resuelve sistemas de ecuaciones lineales 2×2 por distintos métodos, interpreta la solución y la verifica.					
Derecho de Aprendizaje (DBA)	Básico	de	Plantea sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas y los resuelve utilizando diferentes estrategias. Reconoce cuándo un sistema de ecuaciones lineales no tiene solución.					
Evidencia			• Guía final “Paso a paso” – Actividad grupal. • Anexo: borrador inicial (estudiante) + registro de <i>prompts</i> (Uso nivel 2 y 3).					

	• Anexo: versión editada. Servirá para evidenciar proceso y transparencia.
Situación Problema	Acuerdos IA Está <u>permitido</u> pedir a la IA planes de pasos, listas de errores comunes, comparaciones entre métodos y mejora de redacción. No está <u>permitido</u> pedir “dame la solución final...” o copiar procedimientos completos como producto final, debido a las características del Nivel 2 que no debe quedar contenido IA en el producto final, y en Nivel 3, las respuestas generadas por la IA no constituyen el producto final del estudiante. Estas se emplean como insumos para procesos de revisión, edición, contraste o mejora, de manera que el producto entregado refleje una elaboración crítica y una apropiación por parte del estudiante.
Objetos de aprendizaje	• Identificar pasos faltantes y/o errores comunes en los procedimientos de sistemas 2×2. • Comparar métodos (reducción, sustitución, igualación) a nivel de estructura, es decir cuándo conviene cada uno. • Elaborar una guía paso a paso con lenguaje claro, verificación e interpretación, usando IA solo en Nivel 2 y 3 según acuerdos.
Criterios de Evaluación	Claridad del paso a paso, incluyendo la verificación e interpretación, la corrección matemática y un uso responsable de IA de acuerdo con los niveles 2 y 3 (solo estructura/edición, con registro).

INICIO			
Exploración	Estructuración	Etapas de comprensión	Evaluación
Tiempo: 8 min Nivel 1: Sin IA Actividad: “¿Qué falta aquí?” Se entrega 1 procedimiento incompleto (con 3 espacios en blanco) de un sistema por reducción y los estudiantes completan solo los pasos faltantes usando operaciones, simplificación, sustitución o verificación. Producto: Hoja con pasos completados.	Tiempo: 7 a 10 min Presentación del reto de la clase Nivel IA: 2 y 3 Se explica el uso y las diferencias de acuerdo con la escala de Perkins. Actividad: Socializar el producto: Guía paso a paso para resolver y verificar sistemas de ecuaciones lineales 2×2, así como el comparar métodos. Recordatorio: verificar significa sustituir.	Situación del ejercicio: $\begin{cases} x + 2y = 11 \\ 2x - 2y = 1 \end{cases}$ Completa el procedimiento por reducción: Paso 1. Sumamos las ecuaciones: $\begin{array}{r} x + 2y = 11 \\ 2x - 2y = 1 \\ \hline \end{array}$ Paso 2. Al simplificar obtendremos la ecuación: $\boxed{}$ Paso 3. Finalmente, dividimos entre 3 para despejar x:	Está integrada en la etapa de comprensión y la guía final Paso a paso.

	Se asignan roles x por grupo: “Líder = _____ de pasos”, “Verificador”, “Editor de redacción”, “Gestor de prompts”.
Expectativas / Posibles dificultades	Expectativas Que identifiquen el procedimiento y lleguen a la respuesta mediante las indicaciones dadas. Que comprendan los límites del Nivel 2 o 3 del uso de IA, como apoyo de estructura y edición, pero el contenido matemático final debe ser del grupo. Posibles dificultades Que algunos estudiantes intenten utilizar dispositivos móviles o consultar herramientas digitales durante la resolución inicial del reto diagnóstico. Para preservar las condiciones de la línea base, se realizará supervisión permanente y se recordará que esta fase debe resolverse sin apoyo tecnológico.
Evaluación en esta etapa	Diagnóstica

DESARROLLO		
Práctica	Transferencia	Resolución de la situación problema
<i>Tiempo: 12 a 15 min</i>	<i>Tiempo: 18 a 20 min</i>	
<i>Completar procedimientos con IA Nivel 2</i>	<i>Comparar métodos y redactar guía usando IA Nivel 3</i>	
Nivel 2 de IA: ideas/estructura.	Nivel 3 de IA: Edición asistida.	
Actividad: Cada grupo recibe 2 procedimientos parcialmente hechos (uno por reducción y otro por sustitución o igualación). Ejercicio: completar los pasos faltantes, corregir errores y agregar un “paso final fijo” de verificación. <i>Prompts</i> sugeridos (Nivel 2, sin pedir solución): “Dame un esquema de pasos para resolver un sistema 2×2 por reducción (sin resolver ningún ejemplo).” • “Lista 5 errores comunes al aplicar reducción y cómo detectarlos.” • “¿Qué paso nunca debe faltar al final para comprobar la solución?”	Actividad: Con lo que ya completaron, el grupo redacta la Guía paso a paso con estas secciones mínimas: 1. Antes de empezar se definen variables y se ordena el sistema. 2. Método 1 (reducción): pasos numerados, así como las posibles “alertas de error”. 3. Método 2 (sustitución o igualación): pasos numerados, así como un posible “cuándo conviene usar” de acuerdo con el ejercicio. 4. Verificación obligatoria por sustitución. 5. Interpretación en contexto. 6. Se realiza una mini-checklist final.	No aplica.

		Luego usan IA solo para mejorar claridad y cohesión del texto (sin crear pasos nuevos) y se guardan ambos archivos, el borrador y la versión editada. Prompts sugeridos: • “Reescribe este texto para que sea claro para noveno grado, sin agregar pasos nuevos ni ejemplos.” • “Mejora la coherencia y el orden de esta guía manteniendo exactamente las mismas ideas.”
Expectativas	Posibles	Expectativas Retroalimentación inmediata para que la guía no quede incompleta o solo “entregable”. Posibles dificultades Que algunos estudiantes intenten pedir soluciones completas o que la IA agregue contenido nuevo. En estos casos, se procede a recordar los acuerdos establecidos sobre los niveles de uso de la IA y sus criterios éticos; además, el estudiante debe revisar y ajustar su producción antes de continuar con la actividad, garantizando que el entregable evidencie elaboración y apropiación propias.
		Evaluación en esta etapa Formativa

CIERRE	
VALORACIÓN	Etapas de reflexión
Tiempo: 10 min	
Valoración y reflexión	
Nivel 3, opcional para redacción.	
Actividad: Respuesta breve entre 1 a 2 líneas.	Autoevaluación breve (1–2 líneas):
“El paso más importante que no puede faltar es... porque...”	“¿Qué tan satisfecho estoy usando a la IA a estos niveles?
“Hoy usé la IA para... y cuidé la autoría haciendo...”	¿Hay diferencias al usarla como copiloto?”
Expectativas	
Que identifiquen el valor de verificar y de comparar métodos, y reconozcan el uso ético de IA	
Expectativas / Posibles dificultades	Posibles dificultades
Que existan respuestas genéricas como “me ayudó en”, pero no presenten evidencia; ante esto, el docente solicitará de forma obligatoria la mención de un <i>prompt</i> usado o una mejora concreta sin hablar de resultados.	
Evaluación en esta etapa	Final o formativa

Esta sesión permitió que existieran niveles más elaborados de procesamiento matemático de toda la secuencia. Los estudiantes resolvieron sistemas por el método de reducción y contrastaron resultados con el método de sustitución, documentando cada paso con claridad, como por ejemplo lo realizado por el estudiante N9.

Figura 6.

Respuesta generada por la IA a partir del prompt elaborado por el estudiante N9

Paso a paso para resolver el sistema por el método de reducción (eliminación):

- 1. Escribe el sistema de ecuaciones en forma estándar (ya lo tienes):**

$$\begin{cases} x + 2y = 11 \\ 2x - 2y = 1 \end{cases}$$
- 2. Elige la variable a eliminar.**

Observa los coeficientes de la variable y : son $+2$ y -2 . Son opuestos, por lo que se cancelan perfectamente al **sumar** las dos ecuaciones. No es necesario multiplicar ninguna ecuación.
- 3. Suma las dos ecuaciones término a término.**

Escribe la primera ecuación tal cual y, debajo, la segunda. Luego suma los coeficientes de cada variable y el término independiente:

$$(x + 2y) + (2x - 2y) = 11 + 1$$
- Simplifica la ecuación resultante (los términos en y se eliminan).**
- 4. Resuelve la ecuación que queda (ahora es una ecuación con una sola variable).**

Despeja la variable x dividiendo ambos miembros por el coeficiente que le corresponde.
- 5. Sustituye el valor encontrado de x en una de las ecuaciones originales (recomendable la primera, que es más simple).**

Despeja la variable y .
- 6. Verifica la solución** sustituyendo los valores obtenidos de x y y en la **otra** ecuación original.

Si se cumple, la solución es correcta.

En la Figura 6 se presentan las respuestas del estudiante N9, cuyas autoevaluaciones evidencian diferentes formas de comprender el uso de la IA durante la intervención.

Mientras el estudiante N11 distinguió con precisión las características del uso de la IA como asistente y como copiloto, demostrando una apropiación del diseño pedagógico de la sesión, el estudiante N9 reconoció el riesgo de delegar excesivamente la resolución de las tareas cuando la IA asumía un rol de copiloto. En conjunto, ambos testimonios reflejan avances en la alfabetización en IA, no solo por la comprensión de los diferentes niveles de intervención, sino también por el reconocimiento crítico de los riesgos asociados a una dependencia excesiva de la herramienta.

- Profesor:** ¿Qué tan satisfecho estoy usando a la IA a estos niveles? ¿Hay diferencias al usarla como copiloto?
- Estudiante N11:** Me siento muy satisfecho usando la IA a estos niveles, ya que me permite resolver mis situaciones utilizando un paso a paso o una guía que me ayude a resolverlo.
- Sí hay una diferencia, ya que utilizándolo como copiloto tengo todas las ayudas, en cambio como asistente solo un paso y es más una guía sin tener la respuesta al final.
- Estudiante N9:** Estoy muy satisfecho, porque siento que la IA sí me está ayudando a aprender en vez de solo darme la respuesta para todo.
- Sí, cuando la usamos como copiloto, simplemente le doy una orden y la IA la ejecuta, sin yo poner mucho de mi parte; por otro lado, al usarla como asistente, la IA solo me orienta para poder realizar los ejercicios por mi propia cuenta.

Los testimonios muestran que la alfabetización en IA no se limitó al aprendizaje técnico sobre el uso de la herramienta, sino que promovió procesos de reflexión acerca del grado de participación que debe mantener el estudiante durante la resolución de problemas. Mientras el estudiante N11 evidenció una comprensión precisa del propósito pedagógico de los niveles de intervención, el estudiante N9 identificó de manera explícita el riesgo de disminuir su participación cuando la IA asume un rol más activo. Este contraste refuerza la importancia de diseñar estrategias de mediación docente que favorezcan un uso crítico y autorregulado de la inteligencia artificial.

La implementación de los niveles intermedios de intervención en la tercera sesión, la cual es fundamentada en la escala de Perkins et al. (2024), propició los niveles más elaborados de

procesamiento matemático observados en toda la secuencia, al permitir que el estudiante conservara la autoría matemática del contenido mientras utilizaba la IA exclusivamente para la generación de estructuras lógicas y la edición asistida de su redacción. Este ejercicio de construcción de una guía paso a paso permitió a los grupos movilizar su conocimiento especializado para validar la coherencia de los procedimientos de reducción y sustitución, demostrando que la calidad de la respuesta algorítmica depende críticamente de la precisión didáctica del usuario al formular las instrucciones o *prompts*.

Al promover el tránsito del estudiante entre el lenguaje verbal, el algebraico y el procedimental, se favoreció la conversión entre registros de representación semiótica, un indicador crucial del aprendizaje comprensivo, planteado en el trabajo de Aceves et al. (2024).

Por otra parte, las autoevaluaciones de esta sesión reflejaron una distinción conceptual clara entre el rol de la IA como “asistente” (orientador del proceso) y como “copiloto” (ejecutor de órdenes), lo que evidencia un avance significativo en la alfabetización en IA y en la capacidad de los estudiantes para regular su propia dependencia tecnológica en favor de un pensamiento de mayor orden.

4.1.4. Sesión 4: Auditoría crítica

La última sesión introdujo la auditoría crítica, la cual consiste en obtener una solución de la IA para contrastarla con el procedimiento propio, identificando aciertos y fallas. (Tabla 8).

Tabla 8.

Auditoría crítica con IA: “Comparo, detecto errores y corrijo”

Secuencia didáctica		Auditoría crítica con IA: “Comparo, detecto errores y corrijo”			
Docente:	Jose Eduardo Durán Cobaría	Área:	Matemáticas	Grado:	9° Período: II

Indicador de desempeño	Modela y resuelve sistemas de ecuaciones lineales 2×2 por distintos métodos, interpreta la solución y la verifica.
Derecho Básico de Aprendizaje (DBA)	Plantea sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas y los resuelve utilizando diferentes estrategias. Reconoce cuándo un sistema de ecuaciones lineales no tiene solución.
Evidencia	• Hoja de trabajo con el planteamiento, procedimiento por reducción, verificación por sustitución e interpretación. • Registro de <i>prompts</i> usados y “auditoría” crítica: qué tomé de la IA, qué corregí y por qué. • Ticket de salida sin IA (1 sistema corto resuelto y verificado).
Situación Problema	<i>“En una papelería escolar se venden dos paquetes de útiles. A partir de dos compras diferentes, determine el valor de cada paquete, interprete los resultados obtenidos y verifique si la solución es coherente con la situación planteada.”</i>
Objetos de aprendizaje	• Utilizar la IA de manera responsable durante la resolución de problemas. • Registrar y citar los aportes realizados por la IA. • Comparar diferentes procedimientos de resolución. • Detectar errores en las respuestas generadas por la IA. • Justificar las decisiones matemáticas adoptadas durante el proceso.
Criterios de Evaluación	Planteamiento correcto, procedimiento claro, verificación e interpretación, uso crítico/ético de IA (registro y contraste).

INICIO

Exploración	Estructuración	Etapas de comprensión	Evaluación
-------------	----------------	-----------------------	------------

Tiempo: 8 min

Nivel 1: Sin IA

Actividad: mini–
reto sin IA:

resolver un
sistema sencillo
por el método que
elijan y verificar.
Por ejemplo: $2x +$
 $y = 7, x - y = 1$.

Producto:

foto/entrega
rápida del
procedimiento.

Tiempo: 7 a 10 min

Acuerdos rápidos de

uso de IA: se permite. Está integrada

para planear, revisar y dentro de la

comparar, pero el práctica.

estudiante debe

justificar, verificar y

registrar *prompts*.

Está integrada dentro del
Ticket de Salida^{††}.

Expectativas

Que identifiquen los métodos posibles y organicen los procedimientos sin depender de IA, mostrando pasos claros.

Expectativas

Posibles

dificultades

/ Que desarrollen una verificación, aunque sea breve, para así avanzar con la siguiente fase.

Posibles dificultades

Errores de signos y despejes, o saltos de pasos que impiden ver el razonamiento.

Estudiantes que se bloquean sin IA y no inician.

Evaluación en
esta etapa

Diagnóstica

^{††} El Ticket de Salida es un ítem dentro del área de Matemáticas, donde se evalúa la clase de manera inmediata y rápida. Hace parte de la calificación procedimental dentro del SIIE.

Análisis diagnóstico del mini-reto para identificar a los estudiantes que verifican sus procedimientos de forma autónoma, detectar errores en la aplicación de la ley de signos e identificar dificultades en el proceso de despeje.		
DESARROLLO		
Práctica	Transferencia	Resolución de la situación problema
Tiempo: 12 a 15 min Nivel 2: ideas/estructura Se realizarán grupos o en parejas; se debe elegir uno de los métodos (sustitución/igualación/reducción) para el sistema planteado en el inicio. Se sugieren los <i>Prompts</i> para no pedir la solución: • “Dame 3 planes de pasos para resolver este sistema (sin resolverlo) y dime cuándo conviene cada método.” • “Revisa mi plan de pasos y dime qué me falta para verificar al final.”	Tiempo: 18 a 20 min Nivel 4: completar partes y auditoría crítica Se proyecta un problema contextual corto. Los estudiantes deberán plantear el sistema y resolverlo. Usando <i>Prompts</i> para que la IA resuelva, pero el estudiante audita: • “Resuelve el sistema por reducción con procedimiento. Luego explícame cómo verificas el resultado.” • “Resuélvelo por otro método y compáralo; si difiere, indica posibles errores.”	Cada estudiante completa una mini-auditoría (3 ítems): “La IA coincide/no coincide con mi respuesta en: ____” “Detecté un posible error o punto dudoso en: ____ (y lo corregí así: ____).” “Mi verificación por sustitución muestra: ____.”

Finalmente, la auditoría obligatoria, el estudiante marca 2 cosas que la IA hizo bien y 1 posible fallo o punto dudoso; corrige y justifica con verificación por sustitución.

Expectativas

Se espera que, en parejas o grupos, elijan un método para resolver sistemas de ecuaciones lineales y puedan sostener por qué lo eligieron, elaborando un plan de pasos coherente, aunque aún no sea perfecto. Además, que planteen el sistema desde el contexto de la cafetería, lo resuelvan con procedimiento visible y usen la IA para comparar métodos y soluciones realizando la mini-auditoría, mientras el docente usa la lista de chequeo para retroalimentar rápidamente (procedimiento visible, verificación hecha, auditoría presente e interpretación con sentido).

Expectativas

/ Posibles dificultades

Posibles dificultades

Puede aparecer elección del método por costumbre, planes sin verificación final y participación desigual. Por lo que se asignarán roles específicos (resolutor, verificador y relator) y se estipulará un “paso final fijo” de verificación por sustitución en la hoja.

También es probable el planteamiento incorrecto, auditorías superficiales o *prompts* que piden la solución directa, y respuestas de IA plausibles pero erróneas. Por lo que se sugerirá usar un formato de auditoría, por ejemplo 2 aciertos, 1 duda, su corrección y verificación. Así como compartir un banco de *prompts* permitidos orientados a pasos, no a respuestas. A nivel de seguimiento, puede faltar tiempo para observar a todos y las evidencias quedar dispersas, además de la duda sobre qué es “verificación suficiente”.

Evaluación en esta etapa	Formativa La lista de chequeo fue utilizada como un instrumento de observación rápida durante la sesión, considerando cuatro criterios: visibilidad del procedimiento, verificación por sustitución, auditoría de la respuesta generada por la IA e interpretación matemática del resultado.
---------------------------------	---

VALORACIÓN	CIERRE
Tiempo: 10 min Valoración y reflexión Nivel 3, opcional para redacción. Respuesta breve: “¿Qué pasos matemáticos me permitieron comprobar que mi solución es correcta?” “¿Cuál fue el error que más tuve que corregir durante la resolución?”	Etapas de reflexión Autoevaluación breve (1–2 líneas): “¿Qué hice yo para confiar en la solución y no solo en la IA?” Etapas de reflexión: Ticket de salida Resolver y verificar: $\begin{cases} x + y = 9 \\ x - y = 1 \end{cases}$
Ticket de salida Nivel 1: sin IA Resolver un sistema corto y verificar la solución como	

evidencia de desempeño autónomo.	
Expectativas / Posibles dificultades	Expectativas Se espera que el estudiante escriba una reflexión breve y concreta sobre “qué hizo” para confiar en la solución y no solo “creerle” a la herramienta. Además, que el ticket de salida sin IA evidencie desempeño propio: resolver un sistema corto con procedimiento visible y realizar una verificación por sustitución, dejando una conclusión clara de que la solución satisface el sistema.
	Posibles dificultades Puede aparecer cansancio al final de la clase, lo que llevaría a los estudiantes a dar respuestas muy generales sin evidencia, o a que, por afán, resuelvan el sistema, pero omitan la verificación, por lo que se sugerirá usar un formato de cierre con 2 ítems obligatorios (1) “Mi verificación fue...” y (2) “Concluyo que...” y anunciar que el ticket solo se considera completo si incluye sustitución y conclusión escrita. También puede ocurrir que confundan la verificación con “preguntarle otra vez a la IA” o que persistan errores de signos por rapidez; por ello, se enfatizará que, para los propósitos de esta sesión, la validación de la solución se efectuará mediante el procedimiento de sustitución, de acuerdo con los objetivos de aprendizaje planteados y se les pedirá que marquen con un check los pasos críticos (sustitución y simplificación) antes de entregar.
Evaluación en esta etapa	Final o formativa Se toma el ticket de salida como evidencia final rápida del logro (con verificación).

Con el propósito de invertir la lógica habitual de delegación en la IA y convertirla en un instrumento de contraste, más que en un sustituto del razonamiento matemático, durante la interacción se promovió la auditoría crítica de las respuestas generadas por la herramienta. En este proceso se evidenció que el éxito de dicha auditoría dependía directamente del conocimiento matemático previo de los estudiantes.

Esta relación entre la calidad de las respuestas generadas y la precisión de las instrucciones también fue reconocida por los estudiantes durante la implementación. En el siguiente diálogo se evidencia cómo uno de los participantes identificó que la IA ofrecía procedimientos más pertinentes cuando las indicaciones formuladas eran claras y detalladas, aspecto que coincide con la tesis del proyecto MathIAs (2025) sobre la dependencia entre la calidad de la salida algorítmica y la precisión didáctica del usuario.

Profesor: *¿Qué criterios utilizaste para aceptar o rechazar las sugerencias propuestas por la IA?*

Estudiante N11: *“Se pudo haber equivocado al resolver el ejercicio, pero como especifiqué que no lo hiciera, me dio todos los planes tal y como los quería”.*

Finalmente, la sesión concluyó con un “ticket de salida” ejecutado sin mediación tecnológica (Nivel 1), el cual sirvió como evidencia final de desempeño autónomo. Este cierre permitió constatar si los estudiantes habían interiorizado el criterio de verificación por sustitución, culminando el ciclo de intervención mediante una validación directa de su capacidad para resolver y verificar sistemas de ecuaciones lineales de manera independiente.

4.2. Síntesis de los hallazgos

A partir del análisis de los diarios reflexivos, los registros escritos y las autoevaluaciones producidas durante las sesiones, es posible identificar tres categorías emergentes que organizan los hallazgos de implementación.

4.2.1. *Comprensión matemática mediada por la IA*

Los datos sugieren que el nivel de comprensión matemática demostrado por los estudiantes varió en función del grado de autonomía que les exigió cada sesión. En la primera sesión, las respuestas mostraron el mayor rango de diferencia entre participantes, pues algunos lograron plantear, resolver, verificar e interpretar con coherencia, mientras otros no pudieron completar el ejercicio. En las sesiones con intervención alta de IA, varios estudiantes obtuvieron respuestas correctas sin demostrar comprensión del procedimiento, lo que concuerda con la advertencia de Acevedo Rincón et al. (2025) sobre cómo un nivel de delegación algorítmica elevado, sin andamiaje crítico previo, puede producir un uso automatizado y no mediado de la IA.

En cambio, en las sesiones de niveles intermedios donde la IA solo podía apoyar la estructura y la edición, pero no sustituir el contenido matemático se observaron los productos más elaborados respecto a la organización del razonamiento, la visibilidad procedimental y el rigor argumentativo. Esta correspondencia analítica devela una relación inversa entre el nivel de delegación en la herramienta y la evidencia observable de comprensión; hallazgo que transforma directamente los criterios de diseño para futuras evaluaciones que integren la IA en el aula.

4.2.2. Actitudes frente al uso de la IA: de la pasividad a la agencia crítica

Una segunda categoría emergente hace referencia a las posturas que los estudiantes adoptaron frente a la IA a lo largo de la secuencia, pues, al inicio varios participantes mostraron una actitud pasiva y delegante de la IA como fuente de verdad, sin cuestionamiento; pero, con el avance de las sesiones, y especialmente después de que el grupo descubriera colectivamente la tendencia repetitiva o con limitaciones estructurales de la IA en la segunda sesión, se observó un desplazamiento hacia posturas más críticas.

Este desplazamiento no fue uniforme. Algunos estudiantes, particularmente aquellos que ya mostraban dominio matemático desde la primera sesión, desarrollaron rápidamente estrategias de auditoría, ajuste de *prompts* y verificaciones, mientras que otros permanecieron en posiciones de menor margen de acción, aunque reconociendo verbalmente la limitación de la herramienta. Este espectro de actitudes coincide con los niveles de intervención propuestos por Perkins et al. (2024) y sugiere que la progresión entre los distintos niveles de uso crítico de la IA no es automática. Los resultados indican que dicha progresión depende tanto de una mediación docente explícita como del dominio matemático previo, pues fueron los estudiantes con mayores recursos conceptuales quienes lograron auditar, verificar y cuestionar con mayor profundidad las respuestas generadas por la herramienta.

Además, dentro de la investigación, el desarrollo de estrategias de auditoría y de verificación cruzada permitió a los estudiantes gestionar su aprendizaje en sintonía con las competencias del siglo XXI.

4.2.3. Desarrollo del pensamiento crítico y habilidades metacognitivas

La tercera categoría, y quizás la más relevante desde la perspectiva de la investigación, es la emergencia de un pensamiento crítico sobre la IA como productora de conocimiento. Dentro

de la secuencia, varios estudiantes identificaron, por iniciativa propia, limitaciones específicas de la herramienta. Un ejemplo es su tendencia de repetir estructuras, su dificultad para formular contextos coherentes y su dependencia de la calidad del resultado respecto de la precisión del *prompt*. Esta capacidad de identificar sesgos y limitaciones algorítmicas no estaba planificada explícitamente en las primeras dos sesiones, sino que emergió del encuentro entre los estudiantes y la herramienta en condiciones de uso real.

Estos resultados también pueden analizarse a través de los pilares de Delors (1996), particularmente desde la dimensión del aprender a conocer, pues los estudiantes no solo fortalecieron su comprensión sobre sistemas de ecuaciones lineales, sino de los límites del conocimiento generado por sistemas automatizados. Asimismo, las autoevaluaciones registradas en los diarios reflexivos evidenciaron procesos de autorregulación cognitiva, al reconocer su nivel de dependencia de la herramienta y expresaron disposición a regularlo. Este comportamiento es coherente con lo que Guamán et al. (2023) identifican como el desarrollo de habilidades metacognitivas asociadas al uso de sistemas inteligentes.

4.3. Análisis de las interacciones y percepciones estudiantiles

Más allá de los productos matemáticos, los diarios reflexivos permiten acceder a la dimensión emocional y relacional del aprendizaje. En la primera sesión, las emociones comunes fueron la familiaridad y, en algunos casos, el bloqueo inicial ante los temas no recordados. En la segunda, ya hubo curiosidad y sorpresa frente al comportamiento de la IA. En la tercera, la satisfacción asociada al trabajo colaborativo y la producción de una guía propia. Finalmente, para la cuarta sesión, la confianza derivada de la comparación entre el propio procedimiento y el de la herramienta.

Con respecto al papel del afecto en el aprendizaje mediado por IA, Luckin et al. (2016) documentaron que los estados emocionales influyen en la disposición a comprometerse con la tarea y en la profundidad del pensamiento, arco emocional que coincide con la investigación. El hecho de que en las sesiones más exigentes en términos de autonomía hayan generado los productos más elaborados y que la sesión de mayor apoyo haya generado también las expresiones más críticas sobre la herramienta, sugiere que el diseño de la secuencia logró movilizar tanto la cognición como la afectividad de los estudiantes.

Sin embargo, en cuanto a las tensiones identificadas, la principal se refiere al uso de la IA en contextos evaluativos formales, puesto que varios estudiantes manifestaron posiciones opuestas. Hay quienes consideraron que su uso podría apoyar el aprendizaje durante la evaluación y quienes argumentaron que podría comprometer la validez del resultado. Al tratarse de una tensión metodológica que no se pretendía resolver durante la implementación, esta se transformó en el punto de partida para una auditoría crítica y una reflexión ética mediada por el docente, vinculando el problema técnico de la medición del aprendizaje con las recomendaciones de Domenech et al. (2025) sobre la necesidad de incorporar reflexiones éticas explícitas en el aula.

5. Discusión

Los resultados de la implementación permiten situar la integración de la IA en la evaluación de sistemas de ecuaciones lineales como un proceso que involucra, simultáneamente, las dimensiones cognitivas, éticas y pedagógicas interdependientes.

En primer lugar, la evidencia muestra que la IA puede favorecer la organización del pensamiento matemático cuando se usa como apoyo y no como sustituto del razonamiento. Este hallazgo se articula con los planteamientos de Reiss (2021) sobre la personalización como uno de los mayores aportes de la IA en educación, y con los de Guamán et al. (2023) sobre el impacto positivo de los sistemas inteligentes en la motivación y la retroalimentación inmediata. Sin embargo, el mismo corpus de datos evidencia que la falta de mediación docente propició que los estudiantes delegaran la resolución del sistema en la herramienta, dificultando la observación del proceso constructivo de aprendizaje y, por tanto, invisibilizando la evidencia de su razonamiento (ver apartado [4.1.2](#)).

En segundo lugar, los datos confirman que los estudiantes no asumen una postura pasiva frente a la herramienta cuando se les brinda una estructura para cuestionarla. La actividad dentro de la cuarta sesión, en la cual se realizó la auditoría crítica a partir del descubrimiento colectivo de la tendencia repetitiva de la IA en la segunda sesión, produjo reflexiones que van más allá del contenido matemático y se inscriben en el campo de la alfabetización crítica en IA. Tal como lo manifiestan Perkins et al. (2024), la implementación de un marco estructurado permite que la conversación con los estudiantes trascienda la simple recuperación de datos para convertirse en un ejercicio de comprensión profunda de las capacidades y limitaciones de la herramienta. Al delimitar los niveles de intervención algorítmica, se incentiva a los alumnos a dejar de ser

receptores de respuestas automáticas y a adoptar una postura constructiva y reflexiva, lo cual es fundamental para desarrollar una alfabetización en IA que les permita navegar de manera ética y responsable en un futuro digitalizado.

Este hallazgo resultó relevante para futuros diseños de modelos evaluativos. Sugiere que la evaluación mediada por IA no debe limitarse a comprobar si el estudiante obtuvo la respuesta correcta, sino a potenciar su capacidad para cuestionar el proceso que la generó. El valor pedagógico de la tecnología no reside en la automatización de resultados, sino en las oportunidades que ofrece para que el docente diseñe estrategias de auditoría, reflexión y retroalimentación sobre los procesos de resolución. De este modo, las evidencias recolectadas durante la intervención permitieron comprender no solo la corrección de las respuestas obtenidas, sino también el razonamiento y los procesos metacognitivos que condujeron a ellas.

Al respecto, Perkins et al. (2024) proponen que la evaluación debe evolucionar hacia un modelo de compromiso crítico, donde el estudiante no sea un receptor pasivo, sino un evaluador humano de la tarea completada por la IA. Según estos autores, integrar niveles de intervención que exijan la auditoría del contenido algorítmico obliga al alumno a interrogar las decisiones de la herramienta, identificar sus sesgos y validar la precisión de la información. Esta dinámica transforma la evaluación en un ejercicio de alfabetización digital y pensamiento de orden superior. Esta postura es respaldada por Luckin et al. (2016), quienes sostienen que la IA debe desplazar el enfoque de las tareas mecánicas de cálculo hacia puntos críticos como la inferencia y la predicción, garantizando que el control del proceso de aprendizaje permanezca siempre en el ámbito de la inteligencia humana.

En tercer lugar, el uso de la escala de niveles de intervención de Perkins et al. (2024) como eje estructurador de la secuencia se constituyó en un dispositivo de valor pedagógico, ya que no

solo ofreció un marco de referencia compartido para docente y estudiantes, sino que también hizo visible la gradación de responsabilidad epistémica entre el alumno y la herramienta.

La distinción entre tener un copiloto o un asistente, verbalizada con claridad por varios participantes, se convirtió en un vocabulario común para discutir el papel de la IA en el aprendizaje, lo cual se constituye en sí mismo en un resultado formativo de la investigación. Este proceso se logró a través de la implementación del diseño pedagógico escalonado fundamentado en los niveles de intervención de la IA propuestos por Perkins et al. (2024), los cuales permitieron a los estudiantes experimentar de forma práctica diferentes niveles de interacción y distribución del trabajo cognitivo con la IA.

Como se mencionó en la segunda sesión, los alumnos utilizaron la IA en un Nivel 5. En la cual la herramienta actuó como un “copiloto” al que delegaron tareas de formulación y resolución de sistemas de ecuaciones mediante métodos algebraicos; en contraste, durante la tercera sesión, se limitó la intervención a los Niveles 2 y 3, donde la herramienta funcionó como “asistente” para la estructuración y edición de guías paso a paso, conservando los estudiantes la autoría matemática. La sistematización de esta experiencia, capturada mediante diarios reflexivos y autoevaluaciones, permitió que N11 y N9 conceptualizaran que, mientras el copiloto ejecuta órdenes y automatiza resultados, el asistente sugiere estructuras y edita procedimientos para favorecer así el desarrollo autónomo. De esta manera, el uso de un marco de referencia compartido facilitó que una escala técnica se transformara en un vocabulario crítico y reflexivo que empoderó a los estudiantes para regular su propia dependencia tecnológica.

Finalmente, debido al tamaño de la muestra, la intención exploratoria y el carácter cualitativo del estudio, los datos de esta investigación no buscan la generalización estadística de los datos, sino aportar indicios consistentes sobre la viabilidad y el valor pedagógico de integrar

la IA en los procesos evaluativos de las matemáticas escolares, siempre que dicha integración esté orientada por criterios explícitos, diseño didáctico cuidadoso y una mediación docente constante que promueva la autorregulación cognitiva.

6. Conclusiones

La investigación permitió determinar que las estrategias de IA generativa más pertinentes para evaluar, a modo formativo, los Sistemas de Ecuaciones Lineales, son aquellas que se fundamenten en un diseño pedagógico escalonado, como el planteado en los niveles de intervención de IA (Tabla 1). Este enfoque permitió transitar desde la resolución autónoma sin tecnología hasta la auditoría crítica de resultados algorítmicos, transformando la evaluación de una verificación de resultados en un ejercicio de responsabilidad epistémica en el cual el estudiante interroga el proceso que generó la respuesta.

Se dio cumplimiento al objetivo general mediante la generación e implementación de una secuencia didáctica que integró la IA de forma crítica en los procesos evaluativos de los estudiantes. En relación con el primer objetivo específico, el diagnóstico confirmó que los estudiantes ya utilizaban la IA de manera espontánea, pero con una postura pasiva y delegante, asumiendo la herramienta como una fuente de verdad absoluta. Frente al segundo objetivo, se diseñó una secuencia basada en los niveles de intervención de Perkins et al. (2024), rúbricas con criterios éticos y procedimentales. Esto garantizó que la IA funcionara como un aliado estratégico sin sustituir el razonamiento matemático.

Los datos revelan que el trabajo con los Sistemas de Ecuaciones Lineales debe priorizar la traducción del lenguaje verbal al algebraico y la interpretación de resultados en contextos reales. La IA favoreció la organización del razonamiento matemático cuando se utiliza para estructurar procedimientos paso a paso. Así mismo, se evidenció que la evaluación mediada por IA permite una retroalimentación inmediata, la cual mejora la motivación y permite que el estudiante se centre en puntos críticos como la inferencia, dejando de lado las tareas mecánicas

de cálculo algorítmico que suelen generar desinterés, permitiendo trasladar el enfoque didáctico: ya no solo ejecutando pasos, sino mediante la comprensión de las ideas y estrategias detrás de ellos.

Este estudio aporta un modelo de alfabetización en IA que reafirma la centralidad del docente como investigador de su propia práctica. En el campo de la educación matemática, se demuestra que la calidad del resultado algorítmico depende de la precisión didáctica del docente al formular las instrucciones o *prompts*, lo cual valida la necesidad del conocimiento especializado del docente (MTSK) para auditar las sugerencias de la herramienta.

La investigación fomentó el desarrollo de habilidades del siglo XXI, específicamente el pensamiento crítico y la metacognición. Los alumnos aprendieron a regular su dependencia tecnológica al distinguir entre el rol de la IA como “asistente” operativo y como “copiloto” cognitivo. Sin embargo, se subraya que la formación continua no debe ser meramente técnica, sino ética y pedagógica, orientada a capacitar a los docentes para actuar como garantes de buenas prácticas y supervisores críticos de los sistemas inteligentes en el aula.

Las principales limitaciones del estudio se centraron en el tiempo reducido de aplicación y el tamaño de la muestra, lo que sitúa los hallazgos en un nivel exploratorio. Paralelamente a esto, factores externos como las intermitencias en la conectividad y en el acceso a internet, condicionaron el ritmo de trabajo en las fases de mayor uso tecnológico.

Se recomienda revisar los lineamientos institucionales y los sistemas institucionales de evaluación (SIEE) para incorporar, oficialmente, niveles de intervención de IA; asegurando que la evaluación reconozca la interacción humano-máquina como un criterio de validez.

Por otra parte, es necesario diseñar estudios longitudinales que evalúen la permanencia de estos logros y expandir la propuesta a contextos con limitaciones técnicas, para así garantizar

la equidad en el acceso y la transferibilidad de las estrategias de evaluación aumentada, entendida como aquella que amplía las capacidades analíticas del docente y fortalece la autorregulación del estudiante, siempre basada en un uso ético de los datos.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo Rincón, J. P. (2025). MathIAs: El conocimiento especializado del profesor y la inteligencia artificial en la formación de futuros profesores de matemáticas [Manuscrito en preparación]. Universidad Industrial de Santander.
- Aceves Aldrete, C. E., & Vargas Alejo, V. (2024). Uso de GeoGebra y registros de representación en problemas contextualizados para el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales 2x2. RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo, 15(29). <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2042>
- Álvarez, M. A., Contreras, L. M., & Villota, A. O. (2024). Integración de una herramienta de inteligencia artificial en una secuencia didáctica para mejorar la fluidez lectora en estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Jorge Alberto Gómez Gómez, sede Jesús María Arias, en el municipio de Granada, Antioquia. Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/18890>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 5(1), 7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. Longman.
- Comisión Nacional para la protección de los sujetos humanos de investigación biomédica y comportamental. (1979). Informe Belmont: Principios y guías éticos para la protección de los sujetos humanos de investigación. https://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/10._INTL_Informe_Belmont.pdf

- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Santillana. Ediciones UNESCO.
- Díaz Barriga, A. (1986). *El currículo: Teorías y enfoques*. Trillas.
- Domenech, N. V., Villavicencio, W. R., Giraldo de López, M., Carrasquero Ferrer, S. J. (2025). Ética en el Desafío de la Implementación de IA dentro del Ámbito Educativo. En N. Callaos, J. Horne, E. F. Ruiz-Ledesma, B. Sánchez, A. Tremante (Eds.), *Memorias de la Décima Quinta Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC 2025*, pp. 141-149. International Institute of Informatics and Cybernetics.
<https://doi.org/10.54808/CICIC2025.01.141>
- Guamán Cajilema, L. C., Pailiacho Armijos, D. P., Chucho Rea, J. R., Inga Cuvi, W. G., & Chucho Morocho, J. A. (2025). Implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente Basados en IA para la Personalización del Aprendizaje en Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 752-766.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15792
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Mantilla, L.A., Gómez, S., y Zuta, D. (2022). *Investigación Acción Crítica. Diseño, desarrollo, sistematización y reflexión de proyectos pedagógicos como camino para la transformación del aula en la escuela popular*. Universidad Industrial de Santander. Colombia.
- MEN (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Ministerio de Educación Nacional. Colombia. Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2023, junio 21). Colombia ya cuenta con una hoja de ruta en inteligencia artificial.

https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-ya-cuenta-con-una-hoja-ruta-en-inteligencia-artificial

Perkins, M., Furze, L., Roe, J., MacVaugh, J. (2024). The Artificial Intelligence Assessment Scale (AIAS): A Framework for Ethical Integration of Generative AI in Educational Assessment. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 21(6).

<https://doi.org/10.53761/q3azde36>

Quiroz, M. R. (2025). Inteligencia Artificial Generativa (IA Gen) en la Transformación Digital de la Educación Superior una Revisión Sistemática de Literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 6339–6378.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17370

Reiss, M. J. (2021). The use of AI in education: Practicalities and ethical considerations. *London Review of Education*, 19(1), 1-14. <https://doi.org/10.14324/LRE.19.1.05>

Santos Guerra, M. Á. (1993). La evaluación: Un proceso de diálogo, comprensión y mejora. Aljibe.

Scriven, M. (1973). The methodology of evaluation. En B. R. Worthen & J. R. Sanders (Eds.), *Educational evaluation: Theory and practice* (pp. 60-118). Charles A. Jones.

Stufflebeam, D. L. (1983). The CIPP model for program evaluation. En G. F. Madaus, M. Scriven, & D. L. Stufflebeam (Eds.), *Evaluation models* (pp. 117-141). Kluwer-Nijhoff.

Tyack, D., & Cuban, L. (1995). *Tinkering toward utopia: A century of public school reform*. Harvard University Press.

Tyler, R. W. (1949). Basic principles of curriculum and instruction. University of Chicago Press.

Wiggins, G. (1993). Assessing student performance: Exploring the purpose and limits of testing. Jossey-Bass.

Zafari, M., Ghasemi, R., & Ahmadi, H. (2023). Impact of artificial intelligence on assessment methods in primary and secondary education: Systematic literature review. Revista Psicodidáctica, 28(1), 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2022.11.002>

Apéndices

Apéndice A. Asentimiento informado

DOCUMENTO DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del estudio: Integración de inteligencias artificiales en la evaluación en matemáticas: propuesta para los sistemas de ecuaciones lineales
Investigador responsable: Jose Eduardo Durán Cobaría

Información sobre el estudio

Mi nombre es Jose Eduardo Durán Cobaría, profesor del Colegio de la Santísima Trinidad e investigador principal del proyecto que busca indagar, por medio de una muestra de estudiantes del, la mejoría de la evaluación formativa en el aprendizaje de Sistemas de Ecuaciones lineales en Matemáticas usando herramientas tecnológicas como apoyo, en este caso Inteligencia Artificial (IA) generativa.

Te invitamos hacer parte de nuestro estudio porque eres estudiante de décimo grado en la institución, y ya viste los sistemas de ecuaciones lineales en noveno grado. Durante el estudio, haremos actividades de clase normales: resolverás ejercicios, guías, talleres o problemas sobre ecuaciones lineales. Tomaremos videos enfocados en la clase, audios, fotos o usaremos tus trabajos (en forma anónima) para analizar cómo aprendes mejor con apoyo tecnológico. Todo se hace en el horario normal de clase.

Puedes discutir cualquier aspecto de este documento con tus padres. Puede que haya algunas palabras que no entiendas o cosas que quieras que te las expliquemos mejor porque estás interesado o preocupado por ellas. Por favor, puedes solicitar que nos detengamos en cualquier momento y nos tomaremos el tiempo para explicártelo.

Objetivo de la investigación: El objetivo de la presente investigación es generar una propuesta de integración pedagógica de instrumentos de inteligencia artificial generativa que transforme las prácticas evaluativas sobre el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes del Colegio de la Santísima Trinidad.

Procedimiento de la investigación:

La investigación se divide en tres fases descritas a continuación:

- **Fase I. Diagnóstico:** se aplicarán técnicas e instrumentos de recolección de datos para generar un diagnóstico de los estudiantes frente a su estado en relación con los sistemas de ecuaciones y el uso de las IA generativa mencionadas en el proceso de investigación.
- **Fase II. Acción:** se realizará un plan de acción para intervenir las problemáticas encontradas en el diagnóstico y poder generar estrategias de aula que fortalezcan las debilidades encontradas frente al conocimiento.
- **Fase III. Reflexión:** se analizará el desarrollo del plan de acción y se sacarán resultados, conclusiones y reflexiones del proceso investigativo.

¿Entiendes cómo se realizará la investigación? Si _____ No _____

Ten en cuenta que:

- No existen riesgos durante la investigación.
- No se realizará pago alguno por participar en la investigación.
- Toda la información obtenida en esta investigación es confidencial

- La participación es voluntaria y puedes solicitar retirarte de ella en el momento en que lo consideres pertinente sin tener que dar explicaciones sobre tu desistimiento de participar.

A quien contactar:

- Puedes realizar las preguntas que requieras en este mismo momento o más tarde. Puedes contactar al investigador principal de la investigación: Jose Eduardo Durán Cobaría, por medio del correo: jose.duran@colsantisimatrinidad.edu.co

¿He comprendido cuál será mi papel como participante dentro de esta investigación? _____

A Quien Contactar:

Si tiene preguntas acerca de esta investigación puedes contactar a Jose Eduardo Durán Cobaría, Investigador de proyecto al correo electrónico: jose.duran@colsantisimatrinidad.edu.co

Sé que puedo elegir participar o no en la investigación. Sé que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información (o se me ha leído) y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Entiendo que cualquier cambio se discutirá conmigo.

Participación en la investigación

¿Aceptas participar de la investigación? Si _____ No _____

Firma del estudiante: _____

Nombre del estudiante: _____

Fecha (Día/mes/año): _____

Firma _____

Nombre del investigador. _____

Cédula de Ciudadanía _____

Fecha (dd/mm/aaaa) _____

Firma _____

Nombre del testigo _____

Cédula de Ciudadanía _____

Fecha (dd/mm/aaaa) _____

CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Apéndice B. Consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PADRES

Nombre del Estudio:	Integración de inteligencias artificiales en la evaluación en Matemáticas: propuesta para los sistemas de ecuaciones lineales
Investigador responsable	Jose Eduardo Durán Cobaría
Instituciones asociadas al proyecto	Colegio de la Santísima Trinidad / Universidad Industrial de Santander - UIS

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar en una investigación. Tome el tiempo que requiera para decidirse, lea cuidadosamente este documento y realice las preguntas que desee.

La investigación tiene como propósito: Generar una propuesta de integración pedagógica de instrumentos de inteligencia artificial generativa que transforme las prácticas evaluativas sobre el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales en noveno grado de una institución educativa de Bucaramanga.

La investigación se divide en tres fases descritas a continuación:

- **Fase I. Diagnóstico:** se aplicarán técnicas e instrumentos de recolección de datos para generar un diagnóstico de los estudiantes frente a su estado en relación con los sistemas de ecuaciones y el uso de las IA generativa mencionadas en el proceso de investigación.
- **Fase II. Acción:** se realizará un plan de acción para intervenir las problemáticas encontradas en el diagnóstico y poder generar estrategias de aula que fortalezcan las debilidades encontradas frente al conocimiento.
- **Fase III. Reflexión:** se analizará el desarrollo del plan de acción y se sacarán resultados, conclusiones y reflexiones del proceso investigativo.

Riesgos:

- No existen riesgos durante la investigación, la aplicación de instrumentos, conversatorios y talleres se realizarán siempre con presencia de los miembros del grupo de investigación.

Beneficios económicos:

- No se realizará pago alguno por participar en la investigación, la participación en la investigación permitirá, a futuro, contar con una propuesta de integración pedagógica de instrumentos de IA generativa que transforme las prácticas evaluativas sobre el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales en la institución.

Confidencialidad:

- Toda la información obtenida en esta investigación será anonimizada y utilizada con fines pedagógicos. La firma de este documento constituye su aceptación para que su hijo pueda participar en el estudio y permitir el acceso al salón de clases, en el que se grabarán las actividades que su hijo realiza, se tomarán fotografías, audios de

1

entrevista y se utilizará la información oral y escrita proporcionada por el estudiante y que estén relacionadas exclusivamente con los temas de la investigación.

- Sólo el equipo de investigadores tendrá acceso a la información. Los resultados de esta investigación serán publicados de manera general y con fines pedagógicos sin detallar información personal. Esta podrá ser presentada en revistas, libros, congresos o cartillas, pero su identidad nunca será revelada de forma particular.

A Quien Contactar:

- Puedes realizar las preguntas que requieras en este mismo momento o más tarde. Puedes contactar al investigador principal de la investigación: Jose Eduardo Durán Cobaría, por medio del correo: jose.duran@colsantisimatrinidad.edu.co

Firma del Investigador _____

Nombre del Investigador _____

C.C: _____

Fecha (Día/mes/año): _____

Firma del Padre, madre o acudiente _____

Nombre del Padre, madre o acudiente _____

C.C: _____

Fecha (Día/mes/año): _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Apéndice C. Reportes por sesión

Finalidad: Registrar las percepciones, emociones y procesos de metacognición de los estudiantes y el docente durante la intervención.

El presente apéndice contiene el formato de diario reflexivo implementado durante las sesiones de la secuencia didáctica. Este instrumento permitió registrar las percepciones, dificultades, avances y reflexiones de los estudiantes frente a los procesos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales y al uso de herramientas de inteligencia artificial dentro de las actividades evaluativas.

Reporte 1. Sesión 1: “Resuelvo, verifico e interpreto” (Nivel 1 — Sin IA)

Nivel de Intervención: 1 (Sin apoyo tecnológico).

Resumen de la Experiencia: Los estudiantes enfrentaron la situación problema de la papelería utilizando métodos tradicionales. Se observó una marcada dependencia inicial de la calculadora y dificultades en la transición del lenguaje verbal al algebraico.

Reflexión Metacognitiva: Los diarios reflejaron confusión inicial ("no me acuerdo del tema"). Sin embargo, el ejercicio permitió que los estudiantes tomaran conciencia de la necesidad de una estructura lógica antes de introducir la IA.

Hallazgo del Docente: Se validó que sin el criterio de "verificación por sustitución", el aprendizaje tiende a ser mecánico y no comprensivo.

Reporte 2. Sesión 2: “IA como copiloto” (Nivel 5 — IA Completa)

Nivel de Intervención: 5 (Enfoque colaborativo).

Resumen de la Experiencia: Primera interacción abierta con la IA. Los estudiantes delegaron tareas de formulación y resolución.

Reflexión Metacognitiva: Surgió un desplazamiento emocional hacia la curiosidad. Los estudiantes descubrieron el sesgo algorítmico y la tendencia de la IA a repetir contextos, lo que fomentó una agencia crítica temprana.

Hallazgo del Docente: La satisfacción aumentó al usar la IA como acompañante, pero se identificó el riesgo de que la herramienta "invisibilice" el razonamiento si no hay supervisión activa.

Reporte 3. Sesión 3: “Completar, comparar y redactar guía” (Niveles 2 y 3 — Asistencia)

Nivel de Intervención: 2 (Estructura) y 3 (Edición).

Resumen de la Experiencia: Los estudiantes conservaron la autoría matemática mientras usaban la IA para organizar la estructura de una guía "paso a paso".

Reflexión Metacognitiva: Participantes como N11 y N9 lograron verbalizar la distinción entre un "copiloto" (ejecutor) y un "asistente" (orientador).

Hallazgo del Docente: Este diseño intermedio produjo los niveles más elaborados de procesamiento matemático, obligando al estudiante a validar cada sugerencia de la IA.

Reporte 4. Sesión 4: “Auditoría crítica” (Niveles 2 y 4)

Nivel de Intervención: 4 (Evaluación humana de tareas IA).

Resumen de la Experiencia: Los estudiantes contrastaron sus soluciones manuales con las de la IA, identificando fallas en las respuestas algorítmicas.

Reflexión Metacognitiva: Se interiorizó que la calidad del resultado depende de la precisión del *prompt*. El "ticket de salida" final sin IA demostró la capacidad de modelación autónoma lograda.

Hallazgo del Docente: La evaluación se transformó en un ejercicio de responsabilidad epistémica.

Apéndice D. *Transcripciones de las sesiones*

El presente apéndice presenta el formato utilizado para la transcripción y sistematización de las interacciones desarrolladas durante las sesiones de clase. Estas transcripciones permitieron analizar las intervenciones del docente, las respuestas estudiantiles y las dinámicas de uso de herramientas de IA dentro del proceso evaluativo.

Transcripción 1: Diario de Campo - Sesión 1 y 2.

La siguiente son notas de voz que se realizaron al finalizar las sesiones 1 y 2 de la secuencia didáctica.

Docente Investigador (P): Diario de campo número uno. La actividad fue un poco densa, los chicos se distraen mucho a nivel de observación. Mientras hablábamos al comienzo sobre inteligencia artificial, no hubo mucho interés, más que todo porque ellos sienten que ya lo manejan.

P: Aun así, el grupo se vio interesado cuando se mencionaron las escalas de Perkins, a qué corresponde cada nivel y, sobre todo, la importancia ética.

P: Al resolver la primera sesión sin inteligencia artificial, se vieron situaciones donde el grupo no recordaba ciertas temáticas, por lo que tocó hacer una retroalimentación. En la escala 5 (IA completa), la mayoría lo resolvió inmediatamente. Hubo uno que otro que copió mal el ejercicio creyendo que había un error, pero se resolvió.

P: El grupo terminó bien, pero la parte reflexiva no ayuda cuando el internet no está a nuestro favor. Me siento frustrado porque el tiempo no dio basto por culpa de la red, pero contento porque estuvieron atentos. Se vivieron cosas positivas, solo el comienzo fue un poco distante por el acceso a internet.

Transcripción 2: Sesión 2 - IA como Copiloto (Nivel 5)

P: Secuencia pedagógica número dos, inteligencia artificial Nivel 5. Viene la primera pregunta:

¿Qué hice yo para confiar en la solución que me dio la IA? ¿Puedo confiar plenamente en ella?

Estudiantes (Coro): ¡No!

P: ¿Por qué no? En voz alta, por favor. ¿Qué le apareció en su caso?

Estudiante con código 9 (N9): En mi caso, solo repitió lo que ya le había dicho. Repitió el mismo contexto que tenía la primera ecuación, pero con la ecuación nueve. Él solito se dio cuenta de que no es realista.

P: No podía ser real. ¿A quién más le apareció algo? Por ejemplo, a ustedes que les apareció la misma situación en dos inteligencias artificiales distintas.

N4: Pues algo parecido. Tomó prácticamente el mismo ejemplo que ya le habíamos dado y a las dos nos dio el mismo problema.

P: ¿A alguien le apareció otra vez el contexto de lápices y cuadernos? (Varios asienten). ¿Por qué creen que pasa eso? La palabra es por sesgo. Como ustedes estuvieron escribiendo anteriormente sobre cuadernos y lápices, la IA retomó la misma idea. Significa que la inteligencia artificial es limitada. ¿O los limitados somos nosotros por no saber dar la instrucción o el *prompt específico*?

P: Una última cosa: ¿En qué parte la IA se pudo haber equivocado? ¿En la parte mecánica se equivocó?

N9: No, resolvió los métodos como debe ser. No hubo diferencia en los dos métodos y llegó a la misma respuesta.

P: Entonces, mecánicamente trata de ser secuencialmente lógica, pero el problema es que es repetitiva.

Transcripción 3: Reflexión Final sobre el Uso de la IA

P: Primera cuestión: ¿Ustedes utilizarían la IA para estudiar?

N9: Sí... con lo que se ha aprendido hasta el momento. Le digo que me haga un ejercicio para practicar.

N11: Se puede tomar como un plan de estudio. Pidiéndole pruebas o evaluaciones.

P: N5, ¿tú la usarías?

N5: No. Depende de la materia, pero no profundiza. En física o matemáticas no, porque no entiendo. Solo para teoría.

P: ¿Se debería permitir la IA en las evaluaciones?

N14: Sí, pero que la cuestión no sea que la IA resuelva, sino saber utilizarla para aprender.

N10: Pero si uno aprende de la copia... mucha gente no lo cree, pero hacer los formularios ayuda.

P: La evaluación de colegio tiene que evolucionar sí o sí. Ustedes van a entrar a la universidad donde la IA existe. No podemos omitirla. Espero que hayan aprendido algo o, al menos, intentado aprender.