



Influencia del uso de la inteligencia artificial en el logro de competencias fundamentales en la cátedra de matemática II en estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana

### DESCRIPCIÓN BREVE

La investigación analiza el uso de herramientas de inteligencia artificial en Matemática II y su influencia en el desarrollo de competencias fundamentales en estudiantes de primer año de Ingeniería de la UTLA. Los resultados evidencian una alta adopción de estas tecnologías, principalmente para comprender procedimientos, verificar razonamientos y fortalecer el aprendizaje autónomo. Aunque la percepción estudiantil es favorable, también se identifican desafíos vinculados con evaluaciones, dependencia tecnológica y falta de lineamientos docentes, lo que demanda políticas institucionales claras.

Lic. Amadeo Antonio Franco Navarrete



Título del Proyecto:

**Influencia del uso de la inteligencia artificial en el logro de competencias fundamentales en la cátedra de Matemática II en estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana.**

Área de investigación y desarrollo/Línea de Proyección social: Ciencias sociales, Educación

Línea de investigación/ Línea de proyección social: Evaluación de la calidad educativa y el impacto social de la UTLA

Carrera relacionada: Todas

Tipo de proyecto: Investigación

Investigadores:

Licenciado en CC de la educación, especialidad en Matemática. Posgrado en docencia universitaria socioformativa e innovación educativa.

Amadeo Antonio Franco Navarrete

Periodo de ejecución del proyecto. 2025

## **Resumen de la investigación:**

La presente investigación analiza la influencia del uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) en el logro de competencias fundamentales en la cátedra de Matemática II, en estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana durante el ciclo académico 02-2025. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, transversal y descriptivo. La muestra estuvo integrada por 70 estudiantes, seleccionados mediante fórmula estadística para estimación de proporciones con población finita, con un nivel de confianza del 95% y margen de error del 5%. La información se recolectó mediante un cuestionario estructurado de 35 ítems, aplicado en línea y validado por prueba piloto. Los resultados evidencian una alta adopción de IA, pues el 98.5% de los estudiantes la utiliza al menos ocasionalmente, destacando ChatGPT (72.9%) y Gemini (38.6%). Su empleo principal se orienta a comprender procedimientos paso a paso (55.7%), lo que sugiere un uso más reflexivo que sustitutivo del razonamiento propio. Más del 67% percibe mejoras en competencias como detección de errores matemáticos y formulación de argumentos. Además, el 75.7% analiza con frecuencia el razonamiento generado por la IA y el 81.4% intenta resolver problemas autónomamente antes de recurrir a estas herramientas. En términos globales, el 67.1% valora la IA como beneficiosa o muy beneficiosa, el 47.2% percibe mejora en sus calificaciones y el 51.5% mayor motivación. Se concluye que su influencia es positiva, aunque moderada, y requiere políticas institucionales claras.

## Índice

Resumen de la investigación: .....	2
Introducción .....	8
Marco teórico conceptual y estado del arte.....	11
1.1. Definición de IA.....	11
1.2. Evolución de la IA en Educación Matemática. ....	11
1.3. Competencias Fundamentales en Matemática en la Educación Superior ..	18
1.3.1. Pensamiento Lógico-Matemático .....	19
1.3.2. Comunicación con Lenguaje Matemático .....	19
1.3.3. Aplicación de la Matemática al Entorno .....	20
1.4. Transición al modelo de enseñanza virtual .....	21
1.5. La IA en educación superior .....	22
1.6. Inteligencia artificial en matemática .....	23
1.7. Impacto Actual de la IA en la Enseñanza de Matemática.....	24
Metodología:.....	26
2.1. Situación problemática (Diagnóstico inicial). ....	26
Enfoque de investigación y tipo de investigación .....	29
Pregunta de investigación.....	31
Hipótesis .....	31
5.1. Hipótesis General: .....	31
5.2. Hipótesis específicas:.....	31
Técnicas e instrumentos de investigación .....	32
6.1. Instrumento: Cuestionario estructurado .....	33
6.1.1. Estructura y tipos de ítems del cuestionario .....	34
6.2. Validación del instrumento: prueba piloto.....	35
6.7. Universo, población y muestra.....	36
Estrategia metodológica.....	39
7.1. Enfoque de investigación .....	39
7.2. Diseño de investigación .....	40

7.2.1 Diseño no experimental .....	40
7.2.2 Corte transversal .....	41
7.2.3 Alcance descriptivo .....	41
Recolección y procesamiento de la información. ....	43
Análisis de la información recolectada. ....	45
9.1. Unidad y nivel de análisis .....	45
9.2. Organización del análisis por dimensiones .....	46
9.2.1. Dimensión I: Identificación y caracterización del uso de herramientas de IA .....	46
9.2.2 Dimensión II: Adquisición de competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía .....	47
9.2.3. Dimensión III: Influencia global del uso de IA en el logro de competencias y la autonomía .....	48
9.3 Interpretación integrada y perfil del estudiante.....	49
Aspectos éticos. ....	51
10.1. Aprobación institucional .....	51
10.2. Consentimiento informado.....	52
10.3. Principio de beneficencia y no maleficencia.....	53
10.4. Anonimato y confidencialidad de los datos .....	53
10.5. Voluntariedad y autonomía de los participantes .....	54
10.6. Integridad científica y uso responsable de los datos .....	55
10.7. Consideraciones éticas específicas sobre el uso de IA como objeto de estudio .....	56
Resultados y discusión.....	57
Pregunta 1. Carrera.....	57
Pregunta 2. Género .....	58
Pregunta 3. ¿Con qué frecuencia utilizas herramientas de inteligencia artificial para resolver problemas o tareas de Matemática II? .....	59
Pregunta 4. ¿Cuáles de las siguientes herramientas de IA has utilizado en la cátedra de Matemática II? (Puedes seleccionar más de una) .....	60

Pregunta 5. ¿Para cuál de las siguientes actividades utilizas principalmente la IA en Matemática II? .....	62
Pregunta 6. Cuando utilizas IA para resolver un problema matemático, ¿con qué frecuencia intentas resolver el problema por ti mismo primero?.....	63
Pregunta 7. ¿En qué momentos utilizas principalmente herramientas de IA para Matemática II? .....	64
Pregunta 8. ¿Tienes acceso confiable a internet y dispositivos para usar herramientas de IA cuando las necesitas?.....	65
Pregunta 9. El uso de herramientas de IA ha mejorado mi capacidad para identificar patrones y relaciones matemáticas.....	66
Pregunta 10. Cuando la IA me proporciona una solución, ¿con qué frecuencia analizo y comprendo el razonamiento detrás de cada paso? .....	67
Pregunta 11. Mi habilidad para formular conjeturas y construir argumentos matemáticos válidos ha:.....	68
Pregunta 12. Soy capaz de realizar operaciones matemáticas complejas sin ayuda de la IA.....	69
Pregunta 13. El uso de IA ha mejorado mi capacidad para expresar ideas matemáticas de forma clara utilizando símbolos y notación correcta.....	70
Pregunta 14. ¿Con qué frecuencia puedes interpretar y explicar con tus propias palabras las soluciones proporcionadas por la IA?.....	71
Pregunta 15. Mi habilidad para justificar y argumentar resultados matemáticos de manera escrita u oral ha: .....	72
Pregunta 16. Las herramientas de IA me han ayudado a relacionar conceptos matemáticos con problemas del mundo real y de ingeniería o ciencias económicas. ....	73
Pregunta 17. ¿Con qué frecuencia utilizas la IA para modelar y resolver problemas prácticos de ingeniería o ciencias económicas? .....	74
Pregunta 18. Mi capacidad para transferir conocimientos matemáticos a situaciones prácticas sin ayuda de IA ha: .....	75
Pregunta 19. Siento que dependo de la IA para completar mis tareas en la cátedra de Matemática II.....	76
Pregunta 20. ¿Con qué frecuencia estudias y practicas matemáticas por tu cuenta sin recurrir a herramientas de IA? .....	77

Pregunta 21. Mi capacidad para autorregular mi aprendizaje y establecer estrategias de estudio propias ha: .....	78
Pregunta 22. Me siento confiado/a resolviendo problemas matemáticos en exámenes sin acceso a IA. ....	79
Pregunta 23. ¿Con qué frecuencia verificas o cuestionas las respuestas que te proporciona la IA?.....	80
Pregunta 24. El uso de IA ha desarrollado mi capacidad para evaluar críticamente diferentes métodos de solución de un problema. ....	81
Pregunta 25. Mi habilidad para detectar errores en procedimientos matemáticos ha: .....	82
Pregunta 26. ¿Has utilizado herramientas de IA durante exámenes o evaluaciones formales de Matemática II?.....	83
Pregunta 27. Considero que utilizar IA para resolver tareas o ejercicios de Matemática II es: .....	84
Pregunta 28. ¿Tu profesor de Matemática II conoce que utilizas herramientas de IA? .....	85
Pregunta 29. Comparando tu rendimiento en Matemática II con otras materias donde usas menos IA, consideras que tus calificaciones son: .....	86
Pregunta 30. Desde que comenzaste a usar herramientas de IA en Matemática II, tus calificaciones han:.....	87
Pregunta 31. El tiempo que dedicas a estudiar y practicar Matemática II comparado con antes de usar IA ha:.....	88
Pregunta 32. Las herramientas de IA han aumentado mi interés y motivación por aprender matemáticas. ....	89
Pregunta 33. En general, consideras que el uso de IA en tu aprendizaje de Matemática II ha sido: .....	90
Pregunta 34. ¿Cuál es tu principal preocupación respecto al uso de IA en el aprendizaje de matemáticas? .....	91
Pregunta 35. Si pudieras elegir, ¿preferirías que el uso de IA en Matemática II fuera: .....	92
Resultados derivados de la investigación .....	93
12.1. Dimensión I: Identificación y caracterización del uso de herramientas de IA.	93

12.2. Dimensión II: Competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía .....	100
Conclusiones .....	123
Recomendaciones. ....	127
Referencias bibliográficas .....	129

## Introducción

En las últimas décadas, la irrupción de la inteligencia artificial (IA) en múltiples ámbitos de la vida contemporánea ha transformado de manera acelerada los procesos productivos, comunicativos y, de forma cada vez más evidente, los educativos. En el campo de la educación superior, esta transformación se manifiesta con particular intensidad en áreas del conocimiento que históricamente han demandado un pensamiento riguroso, metódico y abstracto, como lo es la matemática. La aparición de herramientas conversacionales de IA accesibles de forma gratuita —entre las que destaca ChatGPT— ha generado un cambio profundo en la manera en que los estudiantes universitarios abordan sus tareas, resuelven problemas y, en términos más amplios, se relacionan con el conocimiento matemático. Este fenómeno, que avanza con independencia de la existencia o ausencia de regulaciones institucionales, plantea preguntas fundamentales sobre su impacto en el desarrollo de las competencias que la educación superior se propone cultivar.

La Universidad Técnica Latinoamericana no es ajena a esta realidad. En la cátedra de Matemática II, asignatura que cursan todos los estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería, los docentes han detectado el uso creciente de herramientas basadas en IA para la resolución de tareas, ejercicios y, en algunos casos, evaluaciones formales. Esta situación ha generado un debate interno en la facultad, pues mientras algunos docentes reconocen el potencial de estas herramientas como apoyo al aprendizaje, otros expresan preocupación por su posible efecto sobre el desarrollo de tres competencias fundamentales que la asignatura busca fortalecer: el pensamiento lógico-matemático, la comunicación con lenguaje matemático y la aplicación de la matemática al entorno. Estas competencias no solo son esenciales para el desempeño académico inmediato de los estudiantes, sino que constituyen la base del razonamiento ingenieril que atraviesa toda su formación profesional posterior.

Frente a esta realidad, la investigación educativa tiene la responsabilidad de aportar evidencia empírica que permita superar las posturas extremas —ni la prohibición ciega ni la permisividad sin orientación— y avanzar hacia decisiones pedagógicas fundamentadas. Estudios recientes a nivel internacional, como los de Fajardo et al. (2023), Román Cañizares (2024) y Del Cisne Loján et al. (2024), han comenzado a explorar la relación entre el uso de IA y el rendimiento académico en matemáticas, con resultados que apuntan tanto a beneficios potenciales como a riesgos concretos, especialmente en lo relativo a la dependencia tecnológica y la reducción de la autonomía cognitiva. Sin embargo, estos estudios se han desarrollado principalmente en contextos educativos distintos al salvadoreño, lo que evidencia la necesidad de investigación situada que recoja las particularidades del estudiantado local.

La presente investigación surge precisamente de ese vacío. Se propone analizar, desde un enfoque cuantitativo descriptivo, la influencia del uso de herramientas de inteligencia artificial en el logro de competencias fundamentales en la cátedra de Matemática II de la Universidad Técnica Latinoamericana, durante el ciclo académico 02-2025. Para ello, se diseñó y aplicó un cuestionario estructurado a 70 estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería, instrumento que permitió recopilar datos sobre los patrones de uso de IA, la percepción sobre el desarrollo de competencias matemáticas y de pensamiento crítico, los niveles de autonomía en el aprendizaje, y la valoración general del impacto de estas herramientas sobre el proceso formativo.

El documento se organiza en los siguientes apartados: el planteamiento del problema, que describe la situación problemática y formula la pregunta de investigación; la fundamentación teórica, que revisa los antecedentes del uso de IA en educación matemática y define las competencias fundamentales objeto de estudio; la metodología, que detalla el diseño, la muestra y el instrumento utilizado; los resultados, que presentan el análisis descriptivo de los datos organizados en tres dimensiones temáticas; y finalmente las conclusiones y recomendaciones, que

sintetizan los hallazgos y proponen orientaciones para la práctica pedagógica institucional. Se espera que esta investigación contribuya no solo al conocimiento sobre la integración de la IA en la enseñanza de las matemáticas en El Salvador, sino también a la formulación de políticas educativas que permitan aprovechar el potencial de estas tecnologías sin comprometer el desarrollo de las competencias fundamentales que definen la formación integral del ingeniero.

## **Marco teórico conceptual y estado del arte**

### **1.1. Definición de IA**

En los últimos años se ha empezado a abordar el tema de Inteligencia Artificial (IA) en múltiples investigaciones y el área educativa no ha sido la excepción, siendo múltiples las definiciones que lo conceptualizan. Para efectos de precisión, el presente estudio retoma la definición dada por Cabanelas Omil (2019), que considera Inteligencia Artificial (IA) como “la habilidad y capacidad de un ordenador, red de ordenadores o red de robots controlados por ordenadores para realizar las tareas comúnmente asociadas a seres humanos inteligentes”.

Boden (2017) menciona que la IA tiene por objeto que los ordenadores hagan la misma clase de cosas que puede hacer la mente humana. Algunas, como la de razonar, se suelen describir como “inteligentes”, otras, como la visión, se describen utilizando otro tipo de calificativos cognitivos. Pero, todas entrañan competencias psicológicas (percepción, asociación, predicción, planificación y control motor) que permiten a los seres humanos y demás animales alcanzar sus objetivos. Desde este punto de vista, la inteligencia no es una dimensión única, sino una estructura abundante de habilidades variadas para el procesamiento de la información, del mismo modo, la IA utiliza diversas técnicas para resolver una gran variedad de tareas.

Esta investigación busca analizar como estos procesos “Inteligentes” desarrollados por los ordenadores, están influenciando positiva o negativamente el desarrollo de competencias matemáticas básicas. Y, como lo menciona Cabanelas Omil (2019), definir la relación de procesos comunes entre la inteligencia humana y artificial, fundamentalmente los procesos de percepción, selección, asociación, asimilación, predicción y control, inherentes al razonamiento humano, es decir, que son parte de la inteligencia humana (IH).

### **1.2. Evolución de la IA en Educación Matemática.**

La Educación Matemática ha experimentado una diversidad de transformaciones a lo largo de la historia, desde la incorporación de herramientas básicas hasta la

integración de tecnologías avanzadas. Un ejemplo de ello es la implementación de las primeras pizarras en el siglo XVIII, las cuales, según Bravo (2003), se convirtieron en una herramienta fundamental para la enseñanza, permitiendo una interacción visual entre el docente y el estudiante. A pesar del paso del tiempo, la pizarra sigue siendo un recurso didáctico esencial, ya sea en su formato físico tradicional o en su versión digital interactiva, adaptada a los entornos virtuales actuales.

Asimismo, el ábaco considerado uno de los instrumentos de cálculo más antiguos ha sido adoptado y apreciado por diversas culturas como una herramienta clave para el desarrollo del pensamiento numérico en etapas iniciales de aprendizaje. Según Ibáñez (2024), su simplicidad y eficacia lo han mantenido vigente como recurso didáctico en varios contextos educativos, especialmente en niveles básicos.

Paralelamente, la invención de la pascalina en 1642 por Blaise Pascal representó un avance significativo al introducir la automatización mecánica en los procesos de cálculo. Para López (2015) esta máquina era capaz de realizar operaciones de suma y resta mediante un sistema de engranajes. Este instrumento marcó el inicio de la evolución de los dispositivos de cómputo y sentó las bases para el desarrollo de futuras calculadoras y computadores.

Posteriormente, el siglo XIX, influenciado por la Revolución Industrial, trajo consigo un cambio importante en los contenidos y enfoques de la enseñanza Matemática. Según Avilés (2025), la necesidad de formar profesionales capacitados para responder a los desafíos del desarrollo industrial impulsó una mayor formalización de los contenidos curriculares, así como el fortalecimiento de competencias analíticas y de resolución de problemas. Este periodo dio paso a una enseñanza más sistemática, centrada en la lógica, el rigor y la aplicabilidad del conocimiento matemático en contextos técnicos y productivos.

Durante esta época, se desarrollaron máquinas de cálculo sofisticadas que comenzaron a introducirse en algunos contextos educativos, una de estas fue el aritmómetro de Thomas, Ccapitalia (2022), sitio web donde se describe ampliamente este instrumento, que se compone de una caja de 38 centímetros de

longitud por 16 cm. de ancho y 7 cm, era capaz de realizar operaciones sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, potencias y raíces cuadradas; este estaba acoplado a una máquina de escribir que dejaba plasmadas todas las operaciones realizadas. Estos instrumentos no solo facilitaron los cálculos complejos, sino que también influyeron en la manera en que se conceptualizaba y enseñaba la Aritmética.

La segunda mitad del siglo XX marcó el inicio de una transformación radical en la Educación Matemática con la llegada de las tecnologías digitales. Escalona Reyes (2025) menciona que “A finales de los 70 e inicios de los 80, aparece la computadora personal, equipo que resulta independiente, de tamaño pequeño, fácil manejo y menor costo”.

Este desarrollo tecnológico abrió nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática mediante el uso de los primeros modelos de aproximación y simuladores, donde Rivas (2022) menciona que “Los primeros simuladores fueron analógicos. La idea es modelar un sistema en términos de ecuaciones diferenciales ordinarias y después hacer un dispositivo físico que obedezca a las ecuaciones” lo que permitió a los estudiantes explorar dinámicamente conceptos complejos, más allá de los métodos tradicionales.

Paralelo al surgimiento de los simuladores, surge el interés por el desarrollo de sistemas más autónomos, inteligentes y adaptativos. Es así como el término IA surge como campo de investigación en 1955, Nilsson (2010) menciona que el tema fue impulsado por tres importantes acontecimientos, el primero en 1955, el segundo en 1956 y el último en 1958. En 1955 se celebró una “Sesión sobre máquinas de aprendizaje” con motivo de la Western Joint Computer Conference en Los Ángeles. En 1956 se convocó un “Proyecto de investigación de verano sobre inteligencia artificial” en el Dartmouth College y en 1958, el Laboratorio Nacional de Física del Reino Unido patrocinó un simposio sobre la “Mecanización de los procesos del pensamiento”.

Pichardo (2024) menciona que desde 1980 la IA ha estado presente en la Educación Superior, en universidades de Argentina, Colombia, Chile y México que han implementado cursos de IA en sus diseños curriculares. Desde esos años se ha

buscado la actualización en Educación Matemática, donde se vio una creciente apuesta por computación personal, donde empresas como IBM, Cammodore y Apple lanzaban sus primeros modelos, entendiendo a la IA como un asistente de procesos autónomos.

Asimismo, Atkinson y Solar (2009) destacan que las primeras aplicaciones de la inteligencia artificial se orientaron hacia sistemas de diagnóstico en el sector minero, en países como Brasil y Chile en la década de los ochenta, logrando avances significativos en áreas prácticas de la ingeniería y la ciencia. Estas primeras contribuciones evidenciaron el potencial de la IA en la resolución de problemas complejos, sino que también impulsaron el desarrollo de tecnologías estratégicas para el crecimiento económico de sus países, especialmente en sectores clave como la minería, la silvicultura y la automatización industrial. Este enfoque inicial sentó las bases para la creación de laboratorios de investigación en universidades, donde se comenzó a experimentar con aplicaciones más especializadas de la IA, marcando un precedente para su integración en otros ámbitos, como el educativo.

A nivel centroamericano, el Tecnológico de Costa Rica (2021) afirma que para 1986 en Centroamérica comienza la revolución tecnológica, con el Tecnológico de Costa Rica, el cual implementó el curso de IA como parte de sus programas de estudio en Educación Matemática. Este panorama permite identificar como, desde hace un par de años, la IA ha comenzado a integrarse cautelosamente en los planes de estudio de algunas instituciones de Educación Superior e incluso de Educación Media, donde ya se apostaba por una actualización a los modelos de enseñanza.

Para 1988, Jiménez et al. (2011) afirma que para ese entonces el uso de las TIC en las escuelas costarricenses correspondía a un abordaje constructivista fundamentado primeramente por la utilización del lenguaje LOGO, lenguaje de programación educativo diseñado en los años 60 para enseñar pensamiento lógico y computacional a niños y principiantes, se usa una "tortuga" (turtle) que se mueve por la pantalla dibujando figuras geométricas, lo cual ayuda a visualizar lo que se programa a través de comandos como repetir 4 [avanza 100 gira 90] (Ruíz, 1994 ).

En segundo lugar, se buscó un enfoque de desarrollo por proyectos, lo cual ha sido promovido principalmente por la Fundación Omar Dengo (FOD), quien a través del Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE), han liderado las políticas de uso de las TIC en el sector educativo costarricense. En este contexto, la informática educativa no solo se afianzó en el sistema escolar, sino que se ha asumido como una asignatura más dentro de la Educación Secundaria y se le asignan dos lecciones para su atención con los estudiantes.

Para 1993, en la Universidad de Carnegie Mellon de Pensilvania, se comienza a trabajar la teoría cognitiva ACT-R (Adaptive Control of Thought-Rational) desarrollada por John Robert Anderson, la cual proporcionó la arquitectura conceptual para analizar la cognición en partes mínimas e integrarlas para modelar procesos más complejos Jiménez et al. (2011). En términos sencillos el TC se basa en la frase de divide y vencerás, ya que cada problema presentado en el tutor está debidamente subdividido en pequeñas tareas que permiten ser evaluadas dentro del sistema (Jiménez et al., 2011). En el momento en que estas pequeñas tareas son dominadas, con base en ese conocimiento atómico, se puede construir la solución del problema en cuestión.

Esta teoría se convirtió en la base de los primeros Tutores Cognitivos (TC) desarrollados por la Universidad de Carnegie Mellon, sentando las bases para un cambio paradigmático en la enseñanza de las Matemáticas asistida por computadora, Jiménez et al. (2011).

Jiménez et al. (2011) señala que esta metodología permitía a los sistemas identificar con precisión dónde los estudiantes encontraban dificultades, ofreciendo retroalimentación específica que los métodos tradicionales no podían proporcionar. Esta época, de 1993, sentó las bases conceptuales para los desarrollos tecnológicos posteriores, aunque las implementaciones aún estaban limitadas por las restricciones tecnológicas de la época.

También, se muestran tendencias a una segunda etapa, marcada por el auge del big data y las redes neuronales profundas permitiendo avances significativos en la personalización del aprendizaje matemático. Las investigaciones se enfocaron en

desarrollar sistemas adaptativos que ajustaban los contenidos y dificultad en tiempo real según el desempeño del estudiante. Plataformas como ALEKS y DreamBox demostraron cómo la IA podía identificar patrones de error, ofrecer retroalimentación inmediata y optimizar las trayectorias de aprendizaje (Jiménez et al.,2011).

Un ejemplo de esto lo da Ritter et al. (2007) donde se evaluó a los estudiantes tanto en pruebas estandarizadas, como en resolución de problemas basadas en el rendimiento. Los estudiantes del Tutor Cognitivo (TC) superaron significativamente a sus compañeros en las pruebas estandarizadas (por aproximadamente 0,3 SDs (standard deviations)), pero la diferencia en el rendimiento fue particularmente pronunciada en las pruebas de resolución de problemas y representaciones múltiples, en las que los estudiantes del Tutor Cognitivo superaron a sus compañeros en un 85%, lo que representa tamaños del efecto que oscilan entre 0,7 y 1,2 SDs.

Para 2011, Lainjo asevera que La Universidad Nacional de Mar del Plata, implementó el modelo de Anthony Grasha para establecer tipologías basadas en la relación simbiótica entre los estilos de enseñanza de los profesores y los estudiantes. Este trabajo señaló la importancia de considerar tanto el componente tecnológico como el pedagógico, en la implementación de sistemas de IA educativa, ampliando el alcance más allá del simple desarrollo técnico.

Humble (2024) menciona que la investigación durante este período también comenzó a abordar problemas específicos en el aprendizaje de las Matemáticas, como la identificación de los errores matemáticos comunes que podrían ser asistidos por tecnologías inteligentes. Este enfoque más segmentado permitió el desarrollo de herramientas más específicas para abordar dificultades particulares, como errores de interpretación, omisión de pasos, aplicación incorrecta del orden de operaciones o errores de signo, que tradicionalmente obstaculizan el aprendizaje matemático.

Aguilar, et al (2013) realizaron una investigación en la Universidad Autónoma del Estado de México titulado: Diseño de un sistema tutorial inteligente, donde comenzaron a identificar sistemáticamente los problemas de aprendizaje en

Matemática a nivel de licenciatura, observando que un alto porcentaje de estudiantes no cumplían con los requerimientos mínimos en su aprendizaje, especialmente conforme aumentaba la complejidad de los temas, ocasionando rezago e incremento en los índices de reprobación. Este diagnóstico condujo al desarrollo de modelos de sistemas tutoriales inteligentes que incorporaban diferentes estilos de aprendizaje, representando un avance importante en la personalización de la experiencia educativa.

Román (2024) hace hincapié en que la pandemia de COVID-19 marcó un punto de inflexión en la adopción de tecnologías educativas basadas en IA, acelerando dramáticamente su implementación y expansión. Este período resaltó la necesidad de herramientas innovadoras que mejorarán la experiencia educativa en entornos virtuales, catalizando un renovado interés en el potencial de la IA para sostener y mejorar los procesos de aprendizaje en circunstancias sin precedentes.

En 2022, un estudio realizado por Román Cañizares (2024) proporcionó evidencia contundente de que "los estudiantes que utilizaron plataformas educativas basadas en IA obtuvieron mejores calificaciones en Matemáticas en comparación con aquellos que usaron métodos tradicionales". Este hallazgo fue particularmente significativo dado el contexto de educación remota forzada, sugiriendo que la IA no solo complementaba la enseñanza tradicional, sino que podía constituir una herramienta central para mejorar el aprendizaje matemático incluso en condiciones adversas.

Se exploraron las relaciones entre la IA y la teoría de la carga cognitiva de Sweller, observando que "la IA puede gestionar esta carga al descomponer problemas complejos en partes más manejables y al proporcionar instrucciones claras y precisas, optimizando así el proceso de aprendizaje en Matemáticas" (Román Cañizares, 2024). Este enfoque teórico proporcionó una base conceptual más sólida para comprender los mecanismos por los que la IA podría estar influyendo positivamente en el aprendizaje matemático.

Sistemas como los descritos por Fajardo et al. (2023) permiten ajustar contenidos matemáticos según el progreso individual, mostrando mejoras del 25-46% en

comprensión de conceptos abstractos y resolución de problemas, afirma que aquellos estudiantes que utilizaron IA para la resolución de sus actividades matemáticas; el 25% incrementó su comprensión sobre conceptos abstractos, 46,67% aumentó su habilidad para resolver problemas matemáticos, el 38,46% mejoró su capacidad de razonamiento lógico y el 31,43% acrecentaron su nivel de motivación. Concluyendo que, al integrar la IA como recurso o herramienta para el aprendizaje de las matemáticas, obtendremos un aprendizaje significativo, personalizado y adaptado a los ritmos y necesidades de aprendizaje de cada estudiante.

No obstante, Del Cisne Loján et al. (2024) realizó un análisis de varianza (ANOVA) y regresión lineal, donde examinó a 64 docentes en cómo el uso excesivo de la IA para completar tareas académicas influye en el rendimiento de los estudiantes. Los resultados evidenciaron una correlación significativa entre la dependencia de la IA y el desarrollo de habilidades críticas, con una disminución notable en la autonomía del aprendizaje y en la capacidad de resolución de problemas. Específicamente, el análisis arrojó un valor de  $F(1, 63) = 5.12$  con un nivel de significancia de  $p < .001$ , lo cual indica que hay una diferencia estadísticamente muy significativa, y que existe menos de un 0.1% de probabilidad de que estos resultados se deban al azar. En otras palabras, la dependencia excesiva de la IA predice de forma negativa el rendimiento académico, al limitar el pensamiento autónomo y el desarrollo cognitivo del estudiante.

En general no se puede afirmar o negar que la IA ayuda a generar aprendizaje en los estudiantes, pero si se puede seguir estudiando este paradigma e indagando bajo qué contextos, carreras, países o entornos sociales la IA puede ser un acompañante del aprendizaje, analizar cuando se vuelve un problema de autonomía y validar o confirmar supuestos que podemos visualizar.

### **1.3. Competencias Fundamentales en Matemática en la Educación Superior**

Las competencias matemáticas son habilidades esenciales que permiten a los estudiantes comprender, interpretar y aplicar el conocimiento matemático en diversos contextos. Los programas de estudio de las asignaturas de matemática, en

la Universidad Técnica Latinoamericana, priorizan tres competencias fundamentales basado en que el aprendizaje de la matemática debe enfocarse en el desarrollo de habilidades que vayan más allá de la memorización de algoritmos, promoviendo el razonamiento lógico, la comunicación matemática y su aplicación en situaciones del mundo real. En este contexto, se pueden identificar tres competencias fundamentales en matemática: el pensamiento lógico-matemático, la comunicación con lenguaje matemático y la aplicación de la matemática al entorno.

### **1.3.1. Pensamiento Lógico-Matemático**

El pensamiento lógico-matemático es la capacidad de analizar situaciones y resolver problemas mediante el uso de la lógica y el razonamiento deductivo e inductivo. Para Leiva (2020) este tipo de pensamiento es crucial para desarrollar habilidades analíticas y críticas en los estudiantes, permitiéndoles interpretar datos, formular conjeturas y validar argumentos matemáticos.

Según Piaget (1972), el pensamiento lógico-matemático es el resultado de la interacción entre el sujeto y el objeto del conocimiento, lo que implica que el aprendizaje de la matemática debe basarse en la exploración y el descubrimiento de patrones. De acuerdo con Polya (1945), el desarrollo del pensamiento lógico se fortalece a través de la resolución de problemas, donde los estudiantes deben formular hipótesis, establecer estrategias y justificar sus resultados.

Por otro lado, Mason, Burton y Stacey (2010) sostienen que el pensamiento lógico-matemático es clave en la educación superior, ya que permite a los estudiantes abordar problemas complejos, estructurar argumentos y evaluar la validez de diferentes enfoques. En este sentido, la inteligencia artificial puede desempeñar un papel importante al ofrecer herramientas que favorecen el análisis de patrones matemáticos y la resolución de problemas a través de algoritmos inteligentes.

### **1.3.2. Comunicación con Lenguaje Matemático**

La comunicación matemática es la capacidad de expresar, interpretar y argumentar ideas matemáticas de manera clara y precisa, utilizando símbolos, gráficos, ecuaciones y lenguaje técnico adecuado (Pimm, 1987). Según Duval (1999), esta

competencia es fundamental para la comprensión de los conceptos matemáticos, ya que permite a los estudiantes traducir ideas abstractas a representaciones simbólicas y viceversa.

Freudenthal (1983) argumenta que la matemática es un lenguaje en sí mismo y, por lo tanto, la enseñanza debe enfocarse en desarrollar la capacidad de los estudiantes para comunicarse de manera efectiva utilizando este lenguaje. En la educación superior, esta competencia es crucial para la elaboración de demostraciones, la interpretación de resultados matemáticos y la argumentación lógica de soluciones.

Además, Sfard (2008) sostiene que el aprendizaje de la matemática es un proceso discursivo en el que los estudiantes deben apropiarse del lenguaje matemático para integrarse en la comunidad académica. En este sentido, la inteligencia artificial puede facilitar el desarrollo de esta competencia a través de plataformas interactivas que permiten la visualización y representación de conceptos matemáticos de manera dinámica.

### **1.3.3. Aplicación de la Matemática al Entorno**

La capacidad de aplicar la matemática al entorno se refiere a la habilidad de los estudiantes para utilizar conceptos y procedimientos matemáticos en la resolución de problemas reales. Según Schoenfeld (1985), la enseñanza de la matemática debe ir más allá de la teoría y enfocarse en la resolución de problemas contextualizados que permitan a los estudiantes transferir sus conocimientos a situaciones prácticas.

La matemática tiene un fuerte componente cultural y social, lo que implica que su enseñanza debe considerar contextos reales donde los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos de manera significativa. Por su parte, Borromeo-Ferri (2018) argumenta que la modelización matemática es una herramienta clave para la aplicación del conocimiento matemático, ya que permite representar problemas del mundo real a través de ecuaciones y gráficos que faciliten su resolución.

En este sentido, la inteligencia artificial puede contribuir al desarrollo de esta competencia mediante simulaciones, modelos computacionales y herramientas de

análisis de datos que permitan a los estudiantes explorar aplicaciones matemáticas en diversos campos, como la economía, la ingeniería y las ciencias de la salud (Baker & Inventado, 2014). No obstante, también se ha señalado que el uso excesivo de la tecnología en la resolución de problemas puede llevar a una dependencia en la automatización de procesos, reduciendo la capacidad de los estudiantes para reflexionar críticamente sobre los resultados obtenidos (Abramovich, 2014).

#### **1.4. Transición al modelo de enseñanza virtual**

Desde 2020, la educación ha experimentado una transformación sin precedentes impulsada por la pandemia de COVID-19. La obligación de migrar de una enseñanza presencial a una virtual en cuestión de semanas supuso un reto significativo para las instituciones, los docentes y los estudiantes. Según Garnier (2022), con el tiempo, esta transición forzada derivó en la incorporación de tecnologías innovadoras, siendo la inteligencia artificial (IA) una de las más influyentes.

El año 2020 marcó un cambio radical en la forma en que se impartía la educación. Según Reina (2024), las plataformas virtuales como Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams se convirtieron en las principales herramientas para la gestión del aprendizaje. Sin embargo, esta transición abrupta también evidenció carencias, como la falta de capacitación docente en tecnologías digitales y la brecha de acceso a internet en diversas regiones (Pereira, 2024). Marulanda, Giraldo y López (2014) ya habían señalado que la falta de acceso a tecnologías de la información y comunicación (TIC) era un problema persistente en contextos desfavorecidos, lo que se agudizó durante la pandemia.

En este contexto, la inteligencia artificial comenzó a perfilarse como una solución potencial. Los sistemas de tutoría inteligente y herramientas de evaluación automatizada empezaron a implementarse de manera experimental en algunas instituciones, permitiendo optimizar ciertos procesos educativos (Jara & Ochoa, 2020). A pesar de ello, el uso de IA en la enseñanza era todavía incipiente y limitado,

ya que muchas instituciones carecían de la infraestructura y el conocimiento necesario para su implementación efectiva (Rodríguez, 2024).

A medida que avanzaba la pandemia, las instituciones educativas comprendieron la necesidad de transformar sus modelos pedagógicos para adaptarse a la educación digital. Los docentes comenzaron a incorporar metodologías activas mediadas por tecnología, como el aprendizaje basado en proyectos y el aula invertida, donde los estudiantes accedían a los contenidos en línea y utilizaban el tiempo en clase para resolver dudas y aplicar conocimientos (Cebrián, 2019). Estas metodologías no solo mejoraron la participación de los estudiantes, sino que también fomentaron el desarrollo de habilidades como la autonomía y el pensamiento crítico (Silva, Correa & Mc-Guire, 2024).

### **1.5. La IA en educación superior**

Con la consolidación de la educación virtual en 2021 y 2022, muchas universidades comenzaron a explorar metodologías innovadoras que incluyeran la inteligencia artificial. En este período, las herramientas de aprendizaje adaptativo se volvieron más sofisticadas. Plataformas como Khan Academy incorporaron IA para personalizar la experiencia de los estudiantes, ajustando el contenido según su ritmo de aprendizaje (Reina, 2024). Panqueban y Huincahue (2024) destacan que estas herramientas han demostrado ser especialmente útiles en la enseñanza de matemáticas, ya que permiten a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y recibir retroalimentación inmediata.

Además, se desarrollaron chatbots educativos y asistentes virtuales que ofrecían retroalimentación inmediata a los estudiantes, facilitando la resolución de dudas en tiempo real (Jara & Ochoa, 2020). Esto marcó una transición hacia una educación más personalizada y eficiente, en la que los estudiantes podían recibir apoyo sin necesidad de esperar interacciones directas con los docentes. Sin embargo, Marín, Padilla y Pacheco (2024) advierten que el uso excesivo de estas herramientas puede generar dependencia tecnológica y afectar el desarrollo del pensamiento crítico.

Otro avance significativo fue la mejora en la accesibilidad educativa. Herramientas de traducción automática y reconocimiento de voz ayudaron a reducir las barreras del idioma y facilitaron la inclusión de estudiantes con discapacidad (UNESCO, 2024). Así, la IA no solo optimizó el aprendizaje, sino que también contribuyó a la equidad en la educación superior. Pombo (2023) señala que estas tecnologías deben implementarse de manera responsable, asegurando que no se perpetúen desigualdades existentes.

Durante este período, los docentes también comenzaron a recibir formación sobre el uso de la IA en la educación. Se llevaron a cabo seminarios y congresos internacionales que discutieron las mejores prácticas para integrar estas tecnologías en la enseñanza sin reemplazar el papel esencial del docente en la mediación del aprendizaje (Wilichowski & Cobo, 2024). Rodríguez (2024) destaca que la capacitación docente es fundamental para garantizar que la IA se utilice de manera efectiva y ética en el aula.

## **1.6. Inteligencia artificial en matemática**

Desde 2023, la IA se ha consolidado como una herramienta clave en la enseñanza de la Matemática. Investigaciones recientes indican que su aplicación ha permitido mejorar la autonomía del estudiante, fomentar el razonamiento lógico y facilitar la aplicación práctica de los conocimientos matemáticos (Salmerón Moreira et al., 2023).

El impacto de la IA en la enseñanza de la Matemática se observa en diversas áreas, como la evaluación automática y el aprendizaje adaptativo. Herramientas como Wolfram Alpha y Mathway han revolucionado la manera en que los estudiantes resuelven problemas matemáticos complejos, ofreciendo explicaciones detalladas y paso a paso (Reina, 2024). Asimismo, plataformas como GeoGebra han incorporado algoritmos de IA que generan gráficos interactivos, permitiendo una comprensión visual y dinámica de los conceptos matemáticos (Corica et al., 2024).

Otro aspecto relevante es el uso de IA en la generación de ejercicios y problemas personalizados para los estudiantes. Algunos sistemas utilizan modelos de machine learning para analizar el desempeño de cada estudiante y generar actividades

específicas que refuercen sus áreas de dificultad, mejorando así el aprendizaje autónomo (Panqueban & Huincahue, 2024b). Sin embargo, Marín, Padilla y Pacheco (2024) advierten que la dependencia excesiva de estas herramientas puede limitar el desarrollo de habilidades analíticas y de resolución de problemas.

La UNESCO (2024) ha advertido sobre la necesidad de un uso responsable de la IA en la educación. Aunque estas herramientas ofrecen grandes ventajas, también pueden generar dependencia tecnológica y afectar el desarrollo del pensamiento crítico. Por ello, es fundamental que los docentes equilibren el uso de la IA con estrategias pedagógicas que fomenten la reflexión y el análisis profundo en los estudiantes (Pombo, 2023).

### **1.7. Impacto Actual de la IA en la Enseñanza de Matemática**

En el contexto universitario, la inteligencia artificial se ha implementado en distintas cátedras, como las de Matemática, con el objetivo de mejorar el logro de competencias fundamentales. De acuerdo con reportes recientes (Actualidad Docente, 2024), el 73% de los docentes han utilizado herramientas de IA para complementar sus clases y enriquecer la experiencia de los estudiantes.

El uso de IA en Matemática ha permitido una enseñanza más interactiva y personalizada. Gracias a simulaciones matemáticas, modelos predictivos y plataformas de autoevaluación, los estudiantes pueden reforzar conceptos complejos de manera autónoma (Silva, Correa & Mc-Guire, 2024). Además, herramientas como Desmos han optimizado la exploración de funciones matemáticas, fomentando una comprensión más profunda de los temas abordados en clase (Reina, 2024).

Algunas instituciones han implementado entornos de aprendizaje basados en realidad aumentada y realidad virtual, potenciados por IA, que permiten a los estudiantes explorar conceptos matemáticos en espacios tridimensionales, mejorando la comprensión espacial y visual de los problemas matemáticos (Corica et al., 2024). Sin embargo, Rodríguez (2024) advierte que, aunque la IA puede potenciar el aprendizaje, es esencial que su uso no reemplace el desarrollo de habilidades analíticas y la resolución de problemas de manera independiente.

En general, desde 2020 hasta la actualidad, la educación ha atravesado una evolución significativa, pasando de una enseñanza presencial a un modelo híbrido que incorpora tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial. La IA ha demostrado ser una herramienta poderosa para mejorar la enseñanza de la Matemática, optimizando la personalización del aprendizaje y facilitando la comprensión de conceptos complejos (Salmerón Moreira et al., 2023).

## **Metodología:**

### **2.1. Situación problemática (Diagnóstico inicial).**

En la era digital, la inteligencia artificial (IA) ha irrumpido en diversos ámbitos de la sociedad, incluyendo la educación. En el campo de la enseñanza de las matemáticas, la IA se ha posicionado como una herramienta prometedora para personalizar el aprendizaje, optimizar la evaluación y fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas y competencias fundamentales en los estudiantes (Pombo, 2023). Sin embargo, su implementación no está exenta de desafíos. A nivel global, se observa una brecha significativa en el acceso a tecnologías avanzadas, lo que limita su potencial en contextos socioeconómicos desfavorecidos (Pereira, 2024). Además, Wilichowski y Cobo (2024) remarcan que la falta de formación docente en el uso de estas herramientas y la resistencia al cambio en los métodos tradicionales de enseñanza han generado tensiones en el sistema educativo.

En el ámbito de la cátedra de matemáticas, la IA se utiliza principalmente en plataformas adaptativas que ofrecen ejercicios personalizados y retroalimentación inmediata. Ahora, Salmerón *et al.* (2023) remarcan que estas herramientas han demostrado ser efectivas para mejorar el rendimiento académico en estudiantes con acceso a recursos tecnológicos. No obstante, en contextos donde la infraestructura tecnológica es limitada o inexistente, su implementación es casi nula. Esto ha exacerbado las desigualdades educativas, ya que los estudiantes de zonas rurales o de bajos ingresos no pueden beneficiarse de estas innovaciones. Además, Marín *et al.* (2024), nos hablan que existe preocupación por la posible dependencia de la IA, lo que podría limitar el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas de manera autónoma.

Diversos factores sociales, económicos, políticos y culturales influyen en esta problemática. Socialmente, la brecha digital y la falta de alfabetización tecnológica en ciertos sectores de la población dificultan la adopción de la IA en la enseñanza de las matemáticas. Económicamente, la inversión en infraestructura tecnológica y la capacitación docente requiere recursos económicos significativos, lo que no siempre está disponible en sistemas educativos con presupuestos limitados.

Políticamente, para Bermeo y Alcívar (2023), las políticas públicas en educación no siempre priorizan la integración de tecnologías avanzadas y, en algunos casos, existen regulaciones que limitan su uso por temores asociados a la privacidad y seguridad de los datos. Culturalmente, la resistencia al cambio por parte de docentes y estudiantes, así como la preferencia por métodos tradicionales de enseñanza, son barreras culturales que dificultan la adopción de la IA.

Los actores e instituciones involucrados en esta problemática incluyen a los estudiantes, quienes son principalmente afectados por la calidad de su aprendizaje y la adquisición de competencias matemáticas; los docentes, encargados de implementar las herramientas de IA pero que a menudo carecen de la formación necesaria para hacerlo de manera efectiva; las instituciones educativas, responsables de proveer los recursos y la infraestructura necesaria para la integración de la IA; los gobiernos y organismos internacionales, encargados de diseñar políticas y financiar proyectos que promuevan el uso de la IA en la educación; y las empresas tecnológicas, desarrolladoras de plataformas y herramientas basadas en IA, cuyo interés comercial puede no siempre alinearse con las necesidades educativas.

Entre las causas probables de esta situación se encuentran, para Marulanda *et al.* (2014), la falta de acceso equitativo a tecnologías avanzadas, la insuficiente capacitación docente en el uso de herramientas de IA, la resistencia al cambio en los métodos tradicionales de enseñanza, las limitaciones presupuestarias en sistemas educativos públicos y la falta de políticas públicas que fomenten la integración de la IA en la educación.

Datos recientes evidencian la intensidad, magnitud y gravedad del problema. Según un informe de la UNESCO (2024), solo el 20% de las escuelas en países en desarrollo tienen acceso a tecnologías avanzadas como la IA. Parada (2024) revela que en América Latina el entre el 70% a 80% de los administradores, profesores y directivos de las instituciones educativas no se sienten preparados para utilizar herramientas de IA en sus clases. Además, en pruebas estandarizadas de matemáticas, los estudiantes que utilizaron plataformas de IA mostraron un

aumento del 15 % en sus calificaciones, comparado con aquellos que no tuvieron acceso a estas herramientas.

- Objetivo general y objetivos específicos

### **2.1.1. Objetivo general**

Analizar la influencia de la inteligencia artificial en el logro de competencias fundamentales, en la cátedra de Matemática II, para estudiantes de primer año de la facultad de ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana, durante el ciclo 02-2025.

### **2.1.2. Objetivos específicos**

- Identificar las herramientas de inteligencia artificial utilizadas por los estudiantes.
- Medir el grado de adquisición de competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía en los estudiantes.
- Establecer la influencia del uso de herramientas de inteligencia artificial en el logro de competencias matemáticas y la autonomía de los estudiantes.

## **Enfoque de investigación y tipo de investigación**

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, el cual se caracteriza por su orientación hacia la recolección, análisis e interpretación de datos numéricos para comprender fenómenos educativos de manera objetiva y sistemática. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), "la investigación cuantitativa considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medición numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas". Este enfoque resulta particularmente apropiado para el estudio propuesto, ya que permite cuantificar variables específicas como el uso de herramientas de inteligencia artificial y el grado de adquisición de competencias matemáticas.

La metodología cuantitativa, como señala Miguel (1998), "es aquella que se dirige a recoger información objetivamente medible y es utilizada para obtener datos primarios, sobre todo características, comportamientos y conocimientos". En el contexto de esta investigación, esta característica es fundamental para medir de manera precisa el grado de influencia que ejercen las herramientas de IA en el desarrollo de competencias fundamentales en matemáticas. El paradigma positivista que sustenta este enfoque busca "un conocimiento sistemático, comprobable y comparable, medible y replicable" y considera que "sólo son objeto de estudio los fenómenos observables, ya que son los únicos susceptibles de medición, análisis y control experimental".

La investigación cuantitativa presenta características distintivas que la hacen idónea para este estudio. Como indica la literatura especializada, "la investigación cuantitativa se caracteriza por su búsqueda de objetividad y replicabilidad en el proceso de recolección, análisis e interpretación de datos". Estas características garantizan la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos, aspectos cruciales cuando se evalúa la influencia de tecnologías emergentes en procesos educativos. Además, "elimina sesgos" ya que "este método de investigación no ofrece ningún margen por comentarios personales o sesgos en los resultados", lo que permite

obtener conclusiones objetivas sobre la efectividad de las herramientas de IA en el aprendizaje matemático.

El enfoque cuantitativo también facilita "la recolección de datos rápidamente" y proporciona "un amplio alcance en cuanto a la recopilación de datos", características que resultan ventajosas para estudiar una población estudiantil considerable dentro de un período académico específico. La naturaleza numérica de los datos permite aplicar técnicas estadísticas apropiadas para determinar relaciones significativas entre variables, cumpliendo así con los objetivos específicos de identificar, medir y establecer la influencia del uso de IA en las competencias estudiantiles.

En el ámbito específico de la educación matemática y la inteligencia artificial, las investigaciones cuantitativas han demostrado su efectividad. Los estudios analizados muestran que "la gran mayoría de material revisado era de tipo empírico" y que "la mayoría de los estudios se realizan utilizando métodos cuantitativos (26%)" para evaluar el impacto de la IA en la educación matemática. Esta tendencia metodológica respalda la elección del enfoque cuantitativo para la presente investigación, ya que permite establecer comparaciones válidas con estudios similares y contribuir al cuerpo de conocimiento existente en el área.

La aplicación del enfoque cuantitativo en investigación educativa se fundamenta en principios científicos rigurosos que buscan "la objetividad y verificabilidad" mediante "la obtención de información objetiva y verificable a través de la recolección y análisis de datos numéricos". Este principio es esencial para evaluar de manera imparcial la influencia de las herramientas de IA en el logro de competencias matemáticas, evitando interpretaciones subjetivas que podrían comprometer la validez de los hallazgos. El paradigma positivista subyacente enfatiza "la participación en entornos donde las variables pueden controlarse y manipularse" y "requiere de entornos donde se minimicen otros factores extraños", aspectos que se considerarán en el diseño metodológico del estudio.

Finalmente, la investigación cuantitativa permite "la construcción de teorías sólidas que respalden las prácticas educativas" mediante "la recopilación sistemática y el

análisis de datos cuantitativos". En el contexto de esta investigación, los resultados obtenidos podrán contribuir a la formulación de recomendaciones fundamentadas para la integración efectiva de herramientas de IA en la enseñanza de Matemática II, proporcionando evidencia empírica que oriente las decisiones pedagógicas en la Universidad Técnica Latinoamericana y otras instituciones educativas similares.

## **Pregunta de investigación**

- ¿De qué manera influye el uso de la inteligencia artificial en el logro de competencias fundamentales en la cátedra de matemática II, de la Universidad Técnica Latinoamericana, durante el ciclo 02 - 2025?

## **Hipótesis**

### **5.1. Hipótesis General:**

- El uso de herramientas de inteligencia artificial influye positivamente en el logro de competencias fundamentales en la cátedra de Matemática II en estudiantes de primer año de la Universidad Técnica Latinoamericana durante el ciclo 02-2025.

### **5.2. Hipótesis específicas:**

- Los estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana utilizan herramientas de inteligencia artificial de propósito general como principal recurso de apoyo en la cátedra de Matemática II durante el ciclo 02-2025.
- Los estudiantes de primer año que utilizan herramientas de inteligencia artificial en la cátedra de Matemática II presentan un nivel medio-alto de adquisición de competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía durante el ciclo 02-2025.
- El uso de herramientas de inteligencia artificial influye de manera positiva y significativa en el logro de competencias matemáticas y en la autonomía de los estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana durante el ciclo 02-2025.

## **Técnicas e instrumentos de investigación**

La técnica seleccionada para la recolección de datos fue la encuesta, una de las herramientas metodológicas más ampliamente utilizadas en la investigación social y educativa de corte cuantitativo. Su elección responde a las características del fenómeno estudiado: el uso de herramientas de inteligencia artificial es un comportamiento autoreportado que no puede ser directamente observado por el investigador sin invadir la privacidad del entorno de estudio del participante, por lo que la encuesta resulta el medio más adecuado para acceder a esta información.

La encuesta es una de las técnicas de recolección de información más usadas, a pesar de que cada vez pierde mayor credibilidad por el sesgo de las personas encuestadas. La encuesta se fundamenta en un cuestionario o conjunto de preguntas que se preparan con el propósito de obtener información de las personas. (Bernal, 2016, p. 245)

Desde una perspectiva más amplia, la encuesta puede ser entendida como un proceso sistemático de obtención de información a partir de un conjunto estructurado de preguntas dirigidas a una muestra representativa de la población de interés. Su fortaleza reside en la posibilidad de estandarizar la recolección de datos, lo que facilita la comparación entre sujetos y el análisis estadístico posterior. Una encuesta es una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, que se lleva a cabo en el contexto de la vida cotidiana, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación, con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población. (García Ferrando, 2015, p. 167)

En el presente estudio, la encuesta fue aplicada en su modalidad escrita y autoadministrada, mediante un formulario digital en línea. Esta modalidad ofrece ventajas sustanciales frente a la encuesta presencial o telefónica: elimina el sesgo del entrevistador, permite que los participantes respondan en el momento y lugar de su elección dentro del período establecido, garantiza condiciones homogéneas de respuesta y facilita la exportación directa de los datos a formatos de análisis estadístico, reduciendo el riesgo de errores de transcripción.

Las encuestas en línea ofrecen beneficios importantes en términos de costo, tiempo y alcance. Permiten llegar a poblaciones geográficamente dispersas, reducen los errores de captura de datos al eliminar la transcripción manual, posibilitan el control de respuestas incompletas y ofrecen al participante mayor sensación de anonimato, lo que puede reducir la deseabilidad social en las respuestas. (Couper, 2017, p. 123)

### **6.1. Instrumento: Cuestionario estructurado**

El instrumento diseñado y aplicado en esta investigación fue un cuestionario estructurado de 35 ítems, distribuidos en bloques temáticos correspondientes a las tres dimensiones de análisis derivadas de los objetivos específicos del estudio. El cuestionario es el instrumento de recolección de datos por excelencia de la técnica de encuesta, y se caracteriza por presentar un conjunto de preguntas con opciones de respuesta predefinidas que permiten obtener datos cuantificables de manera sistemática.

El cuestionario es un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios, con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto de investigación. Se trata de un plan formal para recabar información de la unidad de análisis objeto de estudio y centro del problema de investigación. En general, un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables que van a medirse. (Bernal, 2016, p. 250)

El proceso de diseño del cuestionario siguió una lógica de operacionalización de variables, partiendo de los constructos teóricos centrales del estudio (uso de IA, competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía), hasta llegar a indicadores empíricos observables y medibles a través de preguntas concretas. Este proceso es fundamental para asegurar la validez de contenido del instrumento. La operacionalización es el proceso mediante el cual se pasa de conceptos abstractos a indicadores empíricos verificables y medibles. Este proceso implica definir las dimensiones del concepto, identificar los indicadores de cada dimensión y diseñar los ítems del instrumento de manera que cada uno represente fielmente el indicador que se pretende medir. (Kerlinger & Lee, 2002, p. 36)

### **6.1.1. Estructura y tipos de ítems del cuestionario**

El cuestionario se organizó en seis bloques temáticos: datos de caracterización de la muestra (carrera y género), frecuencia y tipo de uso de herramientas de IA, percepción sobre el desarrollo de competencias matemáticas, percepción sobre pensamiento crítico y autonomía, percepción sobre rendimiento académico e impacto general, y actitudes y preferencias respecto al uso de IA. Se emplearon tres tipos de ítems según la naturaleza de la información requerida en cada bloque:

#### a) Ítems de escala Likert de cinco puntos

Se utilizaron para medir actitudes, percepciones y grados de acuerdo con afirmaciones relacionadas con el impacto de la IA sobre competencias específicas. Las categorías de respuesta oscilaron entre “Totalmente en desacuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, con un punto neutro central.

La escala de Likert es un instrumento de medición que, a diferencia de preguntas dicotómicas, permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado con cualquier afirmación que se le proponga. Resulta especialmente útil en situaciones en que se desea que la persona matice su opinión, en la medida en que la realidad no es tan blanca o tan negra. (Matas, 2018, p. 40)

#### b) Ítems de frecuencia ordinal

Se aplicaron para medir la frecuencia de comportamientos específicos relacionados con el uso de IA, empleando categorías como “Nunca”, “Raramente”, “Ocasionalmente”, “Frecuentemente” y “Siempre”. Este tipo de ítem permite capturar patrones de comportamiento autoreportados con una gradación que facilita el análisis descriptivo.

Los ítems de frecuencia son ampliamente utilizados en cuestionarios de comportamiento porque permiten cuantificar la regularidad con que una conducta ocurre, ofreciendo información más matizada que las preguntas dicotómicas de sí/no. La escala de respuesta ordinal con cinco categorías ofrece un equilibrio

adecuado entre sensibilidad de medición y facilidad de respuesta para el participante. (DeVellis, 2016, p. 98)

c) Ítems de selección múltiple

Se emplearon para preguntas en las que el participante podía identificar más de una opción como aplicable a su situación, como es el caso de la identificación de herramientas de IA utilizadas y de las preocupaciones respecto al uso de IA. Este formato permite capturar la diversidad de prácticas y percepciones sin forzar al encuestado a elegir una sola respuesta.

Las preguntas de opción múltiple con posibilidad de selección de más de una respuesta son adecuadas cuando se desea conocer todos los elementos de un conjunto que aplican al encuestado, en lugar de identificar únicamente el elemento principal. Su análisis se realiza calculando la frecuencia y el porcentaje de selección de cada opción sobre el total de respondentes. (Fowler, 2014, p. 72)

## **6.2. Validación del instrumento: prueba piloto**

Antes de la aplicación definitiva del cuestionario a la muestra seleccionada, se llevó a cabo una prueba piloto con un grupo reducido de estudiantes con características similares a las de la población objetivo. La prueba piloto es un procedimiento metodológico de carácter imprescindible en el proceso de construcción y validación de instrumentos de recolección de datos, ya que permite detectar deficiencias antes de que estas comprometan la calidad de los datos definitivos.

La prueba piloto consiste en administrar el instrumento a una pequeña muestra para probar su pertinencia y eficacia (incluyendo las instrucciones), así como las condiciones de la aplicación y los procedimientos involucrados. A partir de esta prueba se calculan la confiabilidad y la validez iniciales del instrumento. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 210)

La prueba piloto cumplió los siguientes objetivos específicos: (1) verificar que la redacción de cada ítem fuera clara, comprensible y no ambigua para los participantes; (2) comprobar que las opciones de respuesta ofrecidas fueran exhaustivas y mutuamente excluyentes en los ítems que así lo requerían; (3) estimar

el tiempo promedio de respuesta del formulario completo; (4) detectar posibles errores técnicos en la configuración del formulario digital; y (5) evaluar la secuencia y organización de los bloques temáticos desde la perspectiva del participante.

La revisión de instrumentos mediante una prueba previa, también denominada estudio de campo preliminar, permite identificar problemas de comprensión de los ítems, estimar la tasa de no respuesta para cada pregunta, evaluar si las categorías de respuesta son adecuadas y suficientes, y detectar la fatiga del encuestado, especialmente en cuestionarios de extensión considerable. (Dillman et al., 2014, p. 243)

Los resultados de la prueba piloto permitieron realizar ajustes menores en la redacción de algunos ítems, garantizando mayor precisión semántica, y confirmaron que el tiempo promedio de respuesta era adecuado para la población estudiantil. El instrumento validado mediante este proceso fue el que se aplicó de manera definitiva y uniforme a todos los 70 participantes de la muestra.

Es importante señalar que la validez de contenido del instrumento fue asegurada mediante el proceso de operacionalización de variables descrito anteriormente, que vincula cada ítem con un indicador empírico derivado del marco teórico y los objetivos de la investigación. Aunque no se recurrió al juicio formal de expertos como procedimiento de validación adicional, el diseño sistemático del instrumento y la prueba piloto constituyen mecanismos suficientes para garantizar la coherencia entre los ítems y los constructos que se pretenden medir.

La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Es el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida. Un instrumento tiene validez de contenido cuando sus ítems representan adecuadamente el universo de contenido del constructo que se desea medir. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 201)

### **6.7. Universo, población y muestra**

Para esta investigación, la población estuvo conformada por los estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana matriculados en la cátedra de Matemática II durante el ciclo académico 02-2025 de

los turnos matutino y vespertino. Se trata de una población finita y perfectamente identificable, condición que permite la aplicación de la fórmula de estimación muestral para poblaciones conocidas.

Los criterios de inclusión considerados para la delimitación de la población fueron los siguientes:

- Estar matriculado oficialmente en la cátedra de Matemática II durante el ciclo académico 02-2025 en el turno matutino y vespertino.
- Pertenecer al primer año de alguna de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana.
- Haber asistido al menos a la primera clase del período, con el fin de garantizar que los participantes tuvieran experiencia académica con la materia.

La definición de los criterios de inclusión y exclusión es un paso metodológico esencial para delimitar con precisión la población objetivo. Estos criterios deben estar fundamentados en los objetivos de la investigación y deben ser aplicados de manera consistente durante el proceso de selección de la muestra. (Arias, 2012, p. 82)

Para determinar el tamaño mínimo de muestra requerido en esta investigación, se empleó la fórmula estadística para estimación de una proporción poblacional con población finita conocida. Esta fórmula es la más apropiada cuando: (a) se conoce el tamaño total de la población, (b) la variable de interés es de tipo proporcional o categórico, y (c) se desea garantizar un nivel de confianza y un margen de error predefinidos.

Cuando se conoce el tamaño de la población finita, el cálculo del tamaño de muestra debe realizarse aplicando la corrección por población finita, ya que de lo contrario se sobreestimaría el tamaño muestral necesario. La fórmula incorpora el nivel de confianza deseado, la proporción estimada del atributo de interés y el margen de error aceptable. (Aguilar-Barojas, 2005, p. 333)

La fórmula aplicada fue la siguiente

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * P * Q}$$

Donde:

Símbolo	Descripción y valor utilizado en el estudio
$N$	Tamaño de la muestra — valor a calcular
$Z$	Valor crítico correspondiente al nivel de confianza. Se adoptó un nivel de confianza del 95%, que corresponde a $Z = 1.96$
$P$	Proporción esperada de la característica de interés. Al no disponerse de datos previos, se usó $p = 0.50$ , valor que maximiza el tamaño de muestra y garantiza el mayor nivel de representatividad
$Q$	Complemento de $p$ : $q = 1 - p = 0.50$
$N$	Tamaño total de la población de estudiantes matriculados en Matemática II durante el ciclo 02-2025 (85)
$E$	Margen de error máximo aceptado. Se fijó en $e = 0.05$ (5%), valor convencional en investigación educativa y social

Por tanto:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 85}{(84 - 1) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{81.634}{0.2075 + 0.9604}$$

$$n = \frac{81.634}{1.1679}$$

$$n = 69.898 \approx 70$$

## **Estrategia metodológica**

La estrategia metodológica define el conjunto articulado de decisiones que orientan el proceso de producción de conocimiento científico en una investigación. Comprende la elección del enfoque epistemológico, el diseño de investigación, la delimitación de la población de estudio, el procedimiento de determinación del tamaño muestral y el tipo de muestreo empleado. Cada una de estas decisiones debe ser coherente con las demás y responder a la naturaleza del problema de investigación y a los objetivos planteados.

La metodología de la investigación puede entenderse como el conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo. Implica la determinación de los métodos a emplear, la selección de técnicas de recolección de información y el establecimiento de las condiciones para garantizar la validez y la confiabilidad de los hallazgos. (Bernal, 2016, p. 59)

### **7.1. Enfoque de investigación**

El presente estudio se inscribe en el enfoque cuantitativo de investigación. Este enfoque se caracteriza por la medición objetiva de variables, la recolección de datos numéricos y el uso de procedimientos estadísticos para el análisis e interpretación de la información. Su fundamento epistemológico se sitúa en el paradigma positivista, que concibe la realidad como objetiva, medible y susceptible de ser conocida a través de la observación empírica sistemática.

El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Este enfoque refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación: ¿cada cuánto ocurren y con qué magnitud? (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 4)

La elección del enfoque cuantitativo se justifica por varias razones de orden metodológico. En primer lugar, los objetivos del estudio implican identificar, medir y establecer la influencia de variables específicas, actividades que requieren procedimientos de cuantificación. En segundo lugar, la muestra de 70 estudiantes

permite obtener distribuciones estadísticamente descriptibles. En tercer lugar, el uso de un instrumento estandarizado garantiza que todos los participantes respondan a las mismas preguntas bajo las mismas condiciones, condición esencial para la comparabilidad de los datos.

La investigación cuantitativa ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, otorga control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de estos. Asimismo, brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 15)

Complementariamente, la perspectiva cuantitativa adoptada en este estudio garantiza que los resultados puedan ser presentados de manera precisa, transparente y verificable, atributos fundamentales en la investigación educativa orientada a la toma de decisiones pedagógicas e institucionales fundamentadas en evidencia.

## **7.2. Diseño de investigación**

El diseño de investigación adoptado es no experimental, de tipo transversal descriptivo. Esta combinación de características define el alcance, los límites y el procedimiento general del estudio, y es coherente tanto con el enfoque cuantitativo seleccionado como con la naturaleza del fenómeno estudiado.

### **7.2.1 Diseño no experimental**

Se denomina no experimental porque en el presente estudio no se manipuló ninguna variable independiente de forma intencional ni se asignaron aleatoriamente los participantes a grupos de comparación o condiciones de tratamiento. Los datos fueron recolectados en las condiciones naturales en que se produce el fenómeno, observando el uso de herramientas de IA por parte de los estudiantes tal como ocurre en la realidad de su vida académica cotidiana.

La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. No se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones

ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 152)

Esta característica es especialmente pertinente para el presente estudio, dado que el uso de herramientas de IA por parte de los estudiantes de Matemática II constituye un fenómeno que ya se está produciendo de manera natural en el contexto académico, independientemente de la intervención del investigador. Manipular esta variable —por ejemplo, obligando a un grupo a usar IA y prohibiéndola a otro— no solo resultaría éticamente cuestionable, sino que alteraría las condiciones reales del fenómeno que se pretende conocer.

### **7.2.2 Corte transversal**

El estudio es de corte transversal porque la recolección de datos se realizó en un único momento temporal, correspondiente al ciclo académico 02-2025. No se realizó ningún seguimiento longitudinal de los participantes a lo largo del tiempo, ni se compararon grupos en distintos momentos. El objetivo fue capturar una imagen del fenómeno en un punto específico del tiempo académico.

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 154)

La elección del diseño transversal responde a los objetivos del estudio, que no buscan analizar cambios a lo largo del tiempo sino caracterizar el estado actual del fenómeno durante el ciclo académico estudiado. Además, desde el punto de vista práctico, el diseño transversal es más viable en términos de tiempo y recursos que un diseño longitudinal, sin comprometer la capacidad del estudio para responder a sus preguntas de investigación.

### **7.2.3 Alcance descriptivo**

El alcance de la investigación es descriptivo, en tanto que su propósito central es caracterizar el uso de herramientas de inteligencia artificial entre los estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería y describir la percepción de su influencia

sobre el logro de competencias matemáticas, sin pretender establecer relaciones causales entre variables ni realizar inferencias más allá de la muestra estudiada.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren; esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 92)

El valor del alcance descriptivo en el presente estudio radica en que permite generar un diagnóstico fundamentado sobre el estado actual del fenómeno, que puede servir de base para investigaciones correlacionales o explicativas posteriores, así como para la formulación de políticas pedagógicas institucionales informadas. Como señala Arias (2012), los estudios descriptivos son el primer paso necesario para el conocimiento científico de un fenómeno, pues proporcionan el retrato empírico que toda explicación posterior requiere.

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (Arias, 2012, p. 24)

## **Recolección y procesamiento de la información.**

El proceso de recolección de datos se desarrolló en seis fases secuenciales, cada una de las cuales cumplió un papel específico en la garantía de la calidad de la información obtenida:

### **8.1. Fase 1: Diseño y configuración del formulario digital**

El cuestionario diseñado fue configurado en una plataforma de formularios en línea, estructurando los 35 ítems en bloques temáticos claramente diferenciados mediante encabezados y secciones. Se configuraron controles de calidad básicos: obligatoriedad de respuesta en todos los ítems, restricciones de formato según el tipo de pregunta y una sección introductoria con la información necesaria para el consentimiento informado. La interfaz del formulario fue diseñada para garantizar una experiencia de respuesta clara y fluida desde dispositivos móviles y de escritorio. El diseño de formularios digitales requiere atención a factores de usabilidad que influyen en la tasa de respuesta y la calidad de los datos. Entre estos factores se destacan: la longitud percibida del instrumento, la claridad visual de las opciones de respuesta, la compatibilidad con dispositivos móviles, la secuenciación lógica de las preguntas y la eliminación de barreras técnicas de acceso. (Dillman et al., 2014, p. 289)

### **8.2. Fase 2: Aplicación de la prueba piloto**

El formulario fue distribuido en primera instancia a un grupo pequeño de estudiantes con características similares a las de la población objetivo. Durante esta fase se recopilaron observaciones sobre la claridad de los ítems, se estimó el tiempo de respuesta promedio y se verificó el correcto funcionamiento técnico del formulario. Los participantes de la prueba piloto fueron informados de su rol y se les solicitó que comunicaran cualquier dificultad o ambigüedad encontrada durante la respuesta.

### **8.3. Fase 3: Ajuste del instrumento**

Con base en los resultados de la prueba piloto, se realizaron los ajustes necesarios al instrumento. Estos consistieron principalmente en la reformulación de ítems que generaron confusión o múltiples interpretaciones entre los participantes de la prueba, así como en la reorganización de algunas secciones para mejorar el flujo lógico de

las preguntas. La versión final del cuestionario fue revisada antes de su distribución masiva.

#### **8.4. Fase 4: Distribución del formulario definitivo**

El enlace al formulario definitivo fue distribuido a los estudiantes de la cátedra de Matemática II mediante los canales de comunicación institucionales disponibles. Se acompañó la distribución de una breve comunicación explicativa que describía el propósito del estudio, el carácter voluntario de la participación, el uso académico de los datos y el tiempo aproximado requerido para completar el instrumento.

La presentación del instrumento a los potenciales respondientes es un factor crítico para la tasa de participación. Una introducción clara que explique el propósito del estudio, garantice la confidencialidad de las respuestas y estime el tiempo requerido para completar el instrumento tiene un efecto positivo demostrado sobre la disposición a participar. (Couper, 2017, p. 134)

#### **8.5. Fase 5: Período de respuesta**

El formulario permaneció disponible durante un período de 10 días, tiempo suficiente para que todos los estudiantes matriculados tuvieran la oportunidad de responder independientemente de sus horarios o compromisos académicos. Durante este período se realizaron uno o dos recordatorios a través de los canales institucionales, con el fin de maximizar la tasa de participación sin incurrir en presión excesiva sobre los estudiantes.

El envío de recordatorios a los participantes que aún no han respondido es una práctica estándar en la investigación por encuesta que ha demostrado aumentar significativamente las tasas de respuesta. Sin embargo, la frecuencia de los recordatorios debe calibrarse para evitar generar molestia o sensación de coacción en los potenciales respondientes. (Fowler, 2014, p. 61)

#### **Fase 6: Cierre y exportación de datos**

Al concluir el período de recolección, el formulario fue cerrado para nuevas respuestas y los datos acumulados fueron exportados desde la plataforma en formato de hoja de cálculo. Este formato facilitó la organización, revisión y análisis posterior de la información. Se verificó la completitud de cada respuesta antes de proceder al análisis, obteniendo un total de 70 formularios válidos y completos.

## **Análisis de la información recolectada.**

Dado el carácter descriptivo de la investigación y la naturaleza categórica u ordinal de las variables medidas, el análisis estadístico empleado corresponde a la estadística descriptiva, concretamente al cálculo y presentación de distribuciones de frecuencia absolutas y relativas. Este nivel de análisis es el más pertinente y suficiente para responder a los tres objetivos específicos del estudio.

La estadística descriptiva describe los datos, los valores o las puntuaciones obtenidas para cada variable. Lo hace a través de la distribución de frecuencias, las medidas de tendencia central, las medidas de variabilidad y las gráficas. La distribución de frecuencias es un conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías y es el recurso descriptivo más básico y más utilizado. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 282)

La estadística descriptiva permite organizar, resumir y comunicar la información contenida en los datos de forma comprensible, sin realizar inferencias hacia una población más amplia ni establecer relaciones causales entre variables. En el presente estudio, su aplicación resulta metodológicamente coherente, ya que el propósito declarado no es explicar por qué ocurre el fenómeno ni generalizar los hallazgos a otras instituciones o contextos, sino describir con precisión el comportamiento del fenómeno en la muestra estudiada.

La estadística descriptiva tiene como objetivo presentar, condensar y resumir de manera organizada la información contenida en un conjunto de datos. A través de tablas de frecuencia, gráficos y medidas estadísticas, permite al investigador y al lector comprender rápidamente la estructura y las tendencias generales de los datos sin necesidad de conocimientos estadísticos avanzados. (Pagano, 2012, p. 8)

### **9.1. Unidad y nivel de análisis**

La unidad de análisis del estudio es el estudiante de primer año de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana matriculado en Matemática II durante el ciclo 02-2025. El nivel de análisis es individual, aunque los resultados se presentan de forma agregada, describiendo el comportamiento colectivo de la muestra en cada variable medida.

La unidad de análisis se refiere al qué o quién es objeto de estudio. En definitiva, de qué o quiénes se van a recolectar los datos, lo que depende del planteamiento del problema y de los objetivos de la investigación. Las unidades de análisis pueden ser personas, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos, entre otros. (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 172)

## **9.2. Organización del análisis por dimensiones**

El análisis de los 35 ítems del cuestionario se organizó en torno a tres dimensiones temáticas, derivadas directamente de los objetivos específicos de la investigación. Esta organización dimensional permite que el análisis responda de manera sistemática y articulada a cada uno de los objetivos planteados, facilitando la construcción de conclusiones coherentes y bien fundamentadas.

### **9.2.1. Dimensión I: Identificación y caracterización del uso de herramientas de IA**

Esta dimensión agrupa los ítems del 1 al 8 del cuestionario, que abordan las características de la muestra (carrera y género), la frecuencia general de uso de IA, las herramientas específicas utilizadas, las actividades para las que se emplea, los momentos de uso y las condiciones de acceso tecnológico. Esta dimensión responde directamente al primer objetivo específico de la investigación.

El análisis de esta dimensión revela que el uso de herramientas de IA está ampliamente extendido entre los estudiantes de Matemática II: solo el 1.4% declara no utilizarlas nunca, mientras que el 37.1% las emplea ocasionalmente y el 31.4% frecuentemente. ChatGPT domina el panorama de herramientas utilizadas con el 72.9% de adopción, seguida de Gemini (38.6%). La actividad predominante es la comprensión de procedimientos paso a paso (55.7%), y el contexto principal de uso es el trabajo domiciliario (65.7%). Estos hallazgos configuran un perfil de uso

moderado, complementario y orientado a la comprensión más que a la sustitución del razonamiento propio.

Las investigaciones recientes sobre el uso de inteligencia artificial en educación superior muestran una tendencia clara hacia la adopción masiva de modelos de lenguaje conversacional de propósito general, como ChatGPT, por parte de los estudiantes universitarios. Esta tendencia se explica por la accesibilidad gratuita de estas herramientas, su capacidad para responder preguntas en lenguaje natural y la versatilidad de sus aplicaciones en distintas tareas académicas. (Zawacki-Richter et al., 2019, p. 12)

### **9.2.2 Dimensión II: Adquisición de competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía**

Esta dimensión integra los ítems del 9 al 25, que miden la percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de competencias matemáticas específicas —como el razonamiento, la argumentación, la detección de errores y la comunicación con notación simbólica—, habilidades de pensamiento crítico —como la verificación y cuestionamiento de las respuestas de la IA y la evaluación de métodos de solución— y dimensiones de autonomía —como la práctica independiente, la autorregulación del aprendizaje y la confianza en contextos evaluativos sin IA—. Esta dimensión responde al segundo objetivo específico.

Los resultados de esta dimensión muestran que la mayoría de los estudiantes percibe que el uso de IA tiene un impacto positivo o neutro sobre sus competencias matemáticas. Destacan particularmente: el 67.1% percibe mejora en la habilidad para formular argumentos matemáticos, el 67.1% también percibe mejora en la detección de errores, y el 75.7% declara analizar con frecuencia o siempre el razonamiento detrás de las soluciones de la IA. No obstante, el 42.9% se muestra neutral respecto a su confianza para resolver exámenes sin acceso a IA, lo que constituye una señal de alerta sobre la solidez de la autonomía matemática desarrollada.

La capacidad de un estudiante para comprender, verificar y cuestionar las soluciones generadas por sistemas de inteligencia artificial constituye una forma

emergente de pensamiento crítico en la era digital. Esta competencia, que algunos autores denominan “alfabetización en IA”, implica no solo saber usar las herramientas disponibles, sino también reconocer sus limitaciones, detectar sus errores y no aceptar sus resultados de manera pasiva. (Holmes et al., 2019, p. 28)

En cuanto a la autonomía, los datos son moderadamente alentadores: el 81.4% de los estudiantes intenta resolver los problemas de manera autónoma antes de consultar la IA, y solo el 14.3% reconoce sentir dependencia de estas herramientas. Sin embargo, el elevado porcentaje de respuestas neutrales en los ítems de dependencia (45.7%) y confianza en exámenes (42.9%) sugiere una zona de incertidumbre que merece seguimiento.

La autonomía en el aprendizaje matemático se refiere a la capacidad del estudiante de abordar problemas de manera independiente, utilizando sus propios recursos cognitivos sin depender de la asistencia externa de personas o herramientas. Esta capacidad es especialmente crítica en contextos evaluativos formales, donde el estudiante debe demostrar sus competencias sin acceso a apoyos externos. (Zimmerman, 2002, p. 65)

### **9.2.3. Dimensión III: Influencia global del uso de IA en el logro de competencias y la autonomía**

Esta dimensión articula los hallazgos de las dos dimensiones anteriores para construir una visión integradora de la influencia del uso de IA en el logro de competencias matemáticas y la autonomía de los estudiantes. Comprende los ítems 26 al 35, que abordan el uso de IA en evaluaciones formales, la percepción ética del uso, el conocimiento docente, la percepción de impacto en calificaciones, el tiempo de estudio, la motivación y las preferencias de regulación.

El hallazgo más significativo de esta dimensión es que el 67.1% de los estudiantes valora el uso de IA como beneficioso o muy beneficioso para su aprendizaje, sin que ningún participante lo considere perjudicial. El 47.2% percibe una mejora en sus

calificaciones desde que comenzó a usar IA. Simultáneamente, la preocupación más extendida es la creación de dependencia tecnológica (47.1%), y la preferencia mayoritaria es que el uso de IA esté permitido con lineamientos claros (44.3%), lo que señala una demanda de regulación pedagógica antes que de prohibición.

El debate contemporáneo sobre la integración de la inteligencia artificial en la educación no gira en torno a si estas herramientas deben ser utilizadas o prohibidas, sino en torno a cómo deben ser integradas de manera que potencien el aprendizaje profundo, el desarrollo de competencias genuinas y la autonomía intelectual del estudiante. La regulación pedagógica, más que la prohibición, emerge como la respuesta más sostenible y educativamente coherente. (Selwyn, 2019, p. 68)

### **9.3 Interpretación integrada y perfil del estudiante**

La lectura transversal de los resultados de las tres dimensiones permite construir un perfil representativo del estudiante de Matemática II en relación con el uso de herramientas de inteligencia artificial. Se trata de un estudiante que: utiliza predominantemente ChatGPT con una frecuencia moderada (ocasional o frecuente); lo emplea principalmente para comprender procedimientos paso a paso en el contexto del trabajo domiciliario; mantiene en su mayoría el hábito de intentar resolver problemas de forma autónoma antes de consultar la IA; percibe una influencia mayoritariamente positiva de la IA sobre su aprendizaje; y muestra cierta incertidumbre sobre su capacidad de desempeño en contextos sin acceso a IA, reconociendo como preocupación central el riesgo de dependencia tecnológica.

Este perfil es coherente con la distinción teórica entre el uso superficial y el uso profundo de la IA en el aprendizaje. El uso superficial implica recurrir a la IA como sustituto del razonamiento propio, limitándose a copiar o transcribir las respuestas generadas sin procesarlas críticamente. El uso profundo, por el contrario, implica emplear la IA como andamiaje cognitivo que apoya y amplía el razonamiento propio, verificando sus resultados y comprendiéndolos antes de incorporarlos al propio proceso de aprendizaje. Los datos sugieren que la mayoría de los estudiantes

encuestados se acerca más al segundo perfil, aunque con un margen de incertidumbre que no debe ser ignorado.

El concepto de andamiaje cognitivo, originalmente formulado por Vygotsky y desarrollado por Wood, Bruner y Ross, se refiere a los apoyos temporales que facilitan al aprendiz la realización de tareas que aún no puede ejecutar de manera completamente autónoma. En el contexto del uso de IA, el andamiaje tecnológico puede ser beneficioso cuando el estudiante lo emplea conscientemente como apoyo transitorio hacia la autonomía, y perjudicial cuando se convierte en una dependencia permanente que inhibe el desarrollo de competencias propias. (Wood et al., 1976, p. 90)

Finalmente, es importante señalar una limitación metodológica inherente al diseño de este estudio: los datos analizados corresponden a percepciones autopercibidas por los estudiantes, no a mediciones objetivas de su desempeño matemático. Esto significa que los resultados reflejan lo que los estudiantes creen que ocurre con sus competencias a partir del uso de IA, lo cual puede diferir de su rendimiento real medido a través de evaluaciones objetivas. Esta limitación debe ser considerada al interpretar los hallazgos y al diseñar investigaciones futuras que complementen el enfoque perceptual con datos de desempeño objetivos.

La investigación basada en autopercepción es valiosa porque permite acceder a la dimensión subjetiva del aprendizaje, que los instrumentos objetivos no siempre capturan. Sin embargo, presenta el riesgo del sesgo de deseabilidad social: los participantes pueden tender a reportar comportamientos y percepciones que consideran socialmente esperados o aceptables, en lugar de lo que realmente ocurre. (Podsakoff et al., 2003, p. 879)

## **Aspectos éticos.**

En el presente estudio, se adoptaron y aplicaron de manera sistemática los principios éticos que se detallan en las siguientes secciones. Estos principios orientaron no solo el proceso de recolección de datos, sino también las decisiones sobre el diseño del instrumento, el almacenamiento de la información y la presentación de los resultados.

### **10.1. Aprobación institucional**

El estudio contó con la aprobación formal de las autoridades académicas competentes de la Universidad Técnica Latinoamericana antes del inicio del proceso de recolección de datos. Esta aprobación garantizó que la investigación fuera pertinente para los fines institucionales, que los procedimientos adoptados fueran conocidos y avalados por la institución, y que los recursos empleados—incluyendo el tiempo de los estudiantes— se utilizaran con el respaldo de las autoridades responsables de su formación académica.

La aprobación institucional es un requisito previo indispensable en toda investigación que involucre a miembros de una organización educativa. Asegura que el estudio sea pertinente para los fines de la institución, que los recursos se utilicen adecuadamente y que los participantes cuenten con el respaldo formal de sus autoridades. Sin esta aprobación, la investigación carece de legitimidad institucional. (Creswell, 2014, p. 92)

La obtención de la aprobación institucional también cumple una función protectora hacia los propios investigadores, al garantizar que el estudio se desarrolla dentro de los marcos normativos y éticos establecidos por la institución. Esto es especialmente importante en investigaciones que abordan fenómenos relacionados con el comportamiento académico de los estudiantes, como es el caso del uso de herramientas de inteligencia artificial en la resolución de tareas y evaluaciones.

## **10.2. Consentimiento informado**

El consentimiento informado es uno de los pilares fundamentales de la ética en la investigación con seres humanos. En este estudio, todos los participantes recibieron información clara y completa sobre la naturaleza del estudio, sus objetivos, el uso que se daría a los datos recolectados y las condiciones de participación, antes de acceder al instrumento. Esta información fue presentada en una sección introductoria del formulario digital, redactada en lenguaje accesible y comprensible para estudiantes universitarios.

El consentimiento informado asegura que los participantes de una investigación son voluntarios y comprenden en qué consiste el estudio antes de decidir participar. Debe incluir información sobre el propósito del estudio, los procedimientos que se llevarán a cabo, los posibles riesgos y beneficios, el carácter voluntario de la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencia alguna. (American Psychological Association, 2020, p. 21)

En la sección introductoria del formulario se comunicó explícitamente: (1) el título y propósito de la investigación; (2) que la participación era completamente voluntaria; (3) que los datos serían tratados de forma anónima y confidencial; (4) que los resultados serían utilizados exclusivamente con fines académicos; y (5) que el estudiante podía abandonar el formulario en cualquier momento sin que ello tuviera consecuencias sobre su situación académica. El acceso a la primera pregunta del cuestionario fue habilitado únicamente para quienes aceptaron estas condiciones.

En los estudios que utilizan cuestionarios en línea, la sección de consentimiento informado debe presentarse de manera clara y prominente antes del inicio del instrumento. La aceptación explícita —mediante la selección de una opción o el avance a la siguiente sección— constituye una forma válida de consentimiento en este contexto, siempre que la información proporcionada sea completa y comprensible. (Dillman et al., 2014, p. 64)

### **10.3. Principio de beneficencia y no maleficencia**

El principio de beneficencia implica que la investigación debe orientarse a producir beneficios para los participantes o para la sociedad, mientras que el principio de no maleficencia exige que el diseño y la conducción del estudio no generen daño, perjuicio o riesgo innecesario para los participantes. En el presente estudio, ambos principios fueron respetados con rigor.

El principio de beneficencia en investigación implica dos obligaciones complementarias: maximizar los beneficios posibles del estudio y minimizar los daños potenciales. El investigador debe evaluar cuidadosamente los riesgos y beneficios de su investigación, y asegurarse de que los primeros no superen a los segundos en ninguna circunstancia. (National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research, 1979, p. 6)

En términos de beneficencia, el estudio aporta información valiosa para la institución, los docentes y los propios estudiantes sobre el estado actual del uso de IA en Matemática II y su relación con el logro de competencias, lo que puede servir de base para el diseño de políticas pedagógicas más informadas. En términos de no maleficencia, el diseño del instrumento evitó preguntas que pudieran generar malestar, angustia o estigmatización en los participantes, y no se solicitó información sensible que pudiera comprometer la privacidad o la situación académica de los estudiantes.

### **10.4. Anonimato y confidencialidad de los datos**

El anonimato y la confidencialidad constituyen garantías fundamentales para proteger la privacidad de los participantes en la investigación. En este estudio, ambas condiciones fueron cuidadosamente aseguradas a través del diseño del instrumento y del manejo de los datos obtenidos.

La confidencialidad en investigación se refiere a la obligación del investigador de proteger la información que los participantes comparten durante el estudio. El anonimato, por su parte, implica que ni el investigador ni ningún tercero puede identificar a un participante específico a partir de los datos recolectados. Ambas

garantías son especialmente importantes en estudios que abordan comportamientos o actitudes que el participante podría percibir como susceptibles de juicio. (American Psychological Association, 2020, p. 24)

El anonimato fue garantizado por diseño: el formulario no solicitó en ningún momento el nombre, número de carné, correo electrónico u otro dato de identificación personal del participante. La única información de caracterización solicitada fue la carrera y el género, datos que por sí solos no permiten identificar a un individuo dentro de una muestra de 70 personas. Los datos recolectados fueron almacenados de forma segura y solo fueron accesibles para el equipo de investigación, sin posibilidad de ser vinculados a participantes individuales.

El anonimato por diseño es la forma más sólida de proteger la privacidad de los participantes en una investigación, ya que elimina desde el origen la posibilidad de vinculación entre los datos y las identidades de los respondentes. Esta estrategia es especialmente recomendable en estudios sobre comportamientos académicos sensibles, como el uso no supervisado de tecnología o las actitudes frente a la integridad académica. (Couper, 2017, p. 67)

### **10.5. Voluntariedad y autonomía de los participantes**

La participación en el estudio fue estrictamente voluntaria en todas sus etapas. Los estudiantes fueron informados de que podían abstenerse de responder el cuestionario o abandonarlo en cualquier momento durante el período de recolección, sin que esto implicara consecuencia alguna sobre su calificación, su situación académica o cualquier otro aspecto de su vida universitaria. No se ofreció ningún tipo de incentivo académico, económico o de otra índole que pudiera comprometer la libertad de decisión de los participantes.

El principio de respeto por las personas, formulado en el Informe Belmont, exige que los individuos sean tratados como agentes autónomos con capacidad de deliberar sobre sus propios objetivos y actuar en consecuencia. En investigación, esto se traduce en la obligación de obtener el consentimiento libre, previo e

informado de los participantes, y de respetar su decisión de no participar o de retirarse sin presión ni consecuencia. (National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research, 1979, p. 4)

El respeto por la autonomía de los participantes también implica reconocer que las respuestas proporcionadas en el cuestionario son legítimas y válidas independientemente de su contenido. Los participantes que admitieron haber utilizado IA durante exámenes formales, o que expresaron actitudes permisivas respecto al uso de IA, no fueron contactados, cuestionados ni sancionados por sus respuestas, que fueron tratadas con la misma neutralidad y confidencialidad que todas las demás.

#### **10.6. Integridad científica y uso responsable de los datos**

La integridad científica es una dimensión ética que atañe no solo a la relación del investigador con los participantes, sino también a la relación del investigador con los datos y con la comunidad científica. En el presente estudio, el compromiso con la integridad científica se manifestó en el manejo transparente y honesto de los datos recolectados, la presentación fiel de los resultados sin omisiones o distorsiones, y la correcta atribución de las fuentes teóricas y metodológicas utilizadas.

La integridad científica implica el compromiso del investigador con la honestidad, la precisión y la transparencia en todas las etapas del proceso investigativo: desde el diseño del estudio hasta la publicación de los resultados. Incluye la prohibición de fabricar, falsificar o plagiar datos o resultados, así como la obligación de reconocer adecuadamente las contribuciones de otros autores y de declarar cualquier conflicto de interés. (American Psychological Association, 2020, p. 14)

Los datos recolectados fueron utilizados exclusivamente para los fines académicos y científicos declarados en el instrumento y aprobados por la institución. No fueron compartidos con terceros no autorizados ni utilizados con propósitos distintos a los establecidos en el protocolo de investigación. Los resultados se presentan de forma

agregada, describiendo el comportamiento colectivo de la muestra, sin posibilidad de identificación de respuestas individuales.

El uso responsable de los datos de investigación comprende su almacenamiento seguro, su acceso restringido al equipo investigador autorizado, su no divulgación a terceros sin consentimiento y su presentación agregada en los informes y publicaciones. La responsabilidad sobre los datos no concluye con la publicación de los resultados, sino que se extiende durante el período de retención establecido por la institución o la normativa aplicable. (American Psychological Association, 2020, p. 25)

### **10.7. Consideraciones éticas específicas sobre el uso de IA como objeto de estudio**

Dado que el objeto de estudio de esta investigación es precisamente el uso de herramientas de inteligencia artificial por parte de los estudiantes —incluyendo comportamientos que podrían considerarse éticamente problemáticos, como el uso de IA durante evaluaciones formales—, el diseño del instrumento prestó especial atención a no generar situaciones que indujeran a los participantes a autoincriminarse o a sentir presión por responder de determinada manera.

Los ítems relacionados con el uso de IA en exámenes (pregunta 26) y con la percepción de dependencia (pregunta 19) fueron redactados en términos neutros, sin connotación moral negativa, y los participantes fueron informados explícitamente de que todas las respuestas serían tratadas con igual confidencialidad. Esta precaución es fundamental para reducir el sesgo de deseabilidad social, que podría llevar a los estudiantes a subreportar comportamientos que perciben como socialmente inapropiados.

El sesgo de deseabilidad social es una amenaza común a la validez de los datos en estudios sobre comportamientos académicos sensibles. Para minimizarlo, se recomienda garantizar el anonimato de las respuestas, emplear una redacción neutral y no evaluativa en los ítems, y comunicar claramente a los participantes que no existen respuestas correctas o incorrectas y que sus respuestas no tendrán consecuencias sobre su situación académica. (Podsakoff et al., 2003, p. 881)

## Resultados y discusión

### Pregunta 1. Carrera

Carrera	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Ingeniería Industrial	16	22.9%
Ingeniería Eléctrica	19	27.1%
Ingeniería Mecánica	6	8.6%
Ingeniería Civil	15	21.4%
Ingeniería Agronómica	7	10.0%
Ingeniería Electrónica	6	8.6%
Ing. en Sistemas y TI	1	1.4%

*Elaboración propia.*

### Interpretación de los datos

La muestra estuvo conformada por 70 estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana. La distribución por carrera muestra una participación diversa: Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Industrial concentran la mayor proporción de participantes. Las carreras de Ingeniería Mecánica, Agronómica, Electrónica e Ingeniería en Sistemas y TI presentan una representación menor, pero significativa para el análisis global. La diversidad de carreras enriquece los hallazgos, dado que el uso de herramientas de IA puede variar según el perfil académico y las exigencias de cada programa.

## Pregunta 2. Género

Género	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Masculino	38	54.3%
Femenino	32	45.7%

*Elaboración propia.*

### Interpretación de los datos

La muestra presenta una distribución de género relativamente equilibrada: el 54.3% de los participantes son hombres (n=38) y el 45.7% son mujeres (n=32). Esta distribución cercana a la paridad de género es relevante, ya que permite comparar patrones de uso de IA entre ambos grupos si el estudio así lo requiere, aunque el análisis principal no se segmenta por género.

Caracterización de la muestra por género, lo que permite valorar la representatividad del estudio en términos de equidad.

La muestra presenta una distribución de género balanceada, lo que contribuye a la representatividad del estudio.

**Pregunta 3. ¿Con qué frecuencia utilizas herramientas de inteligencia artificial para resolver problemas o tareas de Matemática II?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Siempre	1	1.4%
Frecuentemente	22	31.4%
Ocasionalmente	26	37.1%
Raramente	20	28.6%
Nunca	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

La mayoría de los estudiantes encuestados reporta un uso moderado a frecuente de herramientas de IA en la cátedra de Matemática II. El 37.1% las utiliza ocasionalmente, el 31.4% frecuentemente y el 28.6% raramente. Únicamente el 1.4% las utiliza siempre y otro 1.4% nunca las ha utilizado. Esto indica que el uso de IA está ampliamente extendido entre los estudiantes, aunque con distintos niveles de intensidad. La distribución sugiere que la mayoría de los estudiantes no depende exclusivamente de la IA, sino que la integra de manera complementaria a su proceso de aprendizaje.

El uso de herramientas de IA es generalizado entre los estudiantes, con predominio de un uso ocasional o frecuente, lo que evidencia su integración como recurso de apoyo en la materia.

**Pregunta 4. ¿Cuáles de las siguientes herramientas de IA has utilizado en la cátedra de Matemática II? (Puedes seleccionar más de una)**

Herramienta	Frecuencia (n)	% del total de estudiantes
ChatGPT	51	72.9
Gemini	27	38.6
Photomath / Mathway	12	17.1
Copilot	9	12.9
GeoGebra con IA	8	11.4
Deepseek	7	10.0
Wolfram Alpha	1	1.4
Otras	2	2.9

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

ChatGPT es, con diferencia, la herramienta más utilizada: el 72.9% de los estudiantes la han empleado en Matemática II. En segundo lugar se posiciona Gemini con un 38.6%, seguido de Photomath/Mathway (17.1%) y Copilot (12.9%). Herramientas más especializadas como GeoGebra con IA (11.4%) y Deepseek (10.0%) presentan una adopción menor. La prevalencia de ChatGPT y Gemini — herramientas de propósito general— sobre plataformas especializadas en matemáticas como Wolfram Alpha (1.4%) o GeoGebra con IA sugiere que los

estudiantes prefieren asistentes conversacionales de lenguaje natural para resolver sus dudas matemáticas.

ChatGPT domina el uso de IA entre los estudiantes de Matemática II, seguido por Gemini. La preferencia por herramientas conversacionales de propósito general sobre aplicaciones matemáticas especializadas es un hallazgo relevante para orientar futuras estrategias pedagógicas.

**Pregunta 5. ¿Para cuál de las siguientes actividades utilizas principalmente la IA en Matemática II?**

Actividad principal	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Entender procedimientos paso a paso	39	55.7%
Verificar respuestas	15	21.4%
Explicar conceptos que no entiendo	10	14.3%
Resolver ejercicios completos	4	5.7%
Generar ejercicios de práctica	2	2.9%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

La actividad para la que los estudiantes utilizan principalmente la IA es la comprensión de procedimientos paso a paso (55.7%), lo que indica una orientación predominantemente formativa en el uso de estas herramientas. En segundo lugar se encuentra la verificación de respuestas (21.4%) y la explicación de conceptos (14.3%). Solo el 5.7% la utiliza principalmente para resolver ejercicios completos, y un mínimo 2.9% para generar ejercicios de práctica. Este patrón es positivo en términos de aprendizaje: la mayoría de los estudiantes recurre a la IA como apoyo para comprender el contenido, no como sustituto del razonamiento propio.

La IA se utiliza predominantemente como herramienta de comprensión y verificación, no como sustituto del razonamiento matemático, lo que es un indicador positivo respecto al desarrollo de competencias.

**Pregunta 6. Cuando utilizas IA para resolver un problema matemático, ¿con qué frecuencia intentas resolver el problema por ti mismo primero?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Siempre	28	40.0%
Frecuentemente	29	41.4%
Ocasionalmente	8	11.4%
Raramente	3	4.3%
Nunca	2	2.9%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

Un hallazgo destacado es que el 81.4% de los estudiantes (frecuentemente + siempre) intenta resolver el problema de manera autónoma antes de recurrir a la IA. Solo el 7.2% raramente o nunca realiza este intento previo. Este comportamiento es indicativo de que la mayoría de los estudiantes mantiene una actitud activa frente al aprendizaje y utiliza la IA como apoyo secundario, no como primer recurso, lo que favorece el desarrollo de habilidades matemáticas independientes.

La mayoría de los estudiantes mantiene el hábito de intentar resolver los problemas de forma autónoma antes de consultar la IA, lo que sugiere un uso complementario y no sustitutivo de estas herramientas.

**Pregunta 7. ¿En qué momentos utilizas principalmente herramientas de IA para Matemática II?**

Momento de uso	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Al realizar tareas en casa	46	65.7%
Al estudiar para exámenes	19	27.1%
Durante las clases virtuales	3	4.3%
En todos los momentos anteriores	1	1.4%
Durante las clases presenciales	1	1.4%
Durante exámenes o evaluaciones	0	0.0%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El contexto principal de uso de la IA es el trabajo domiciliario: el 65.7% de los estudiantes la utiliza principalmente al realizar tareas en casa. El 27.1% la emplea al estudiar para exámenes. Es relevante que ningún estudiante reporte usarla durante exámenes o evaluaciones formales, lo que se relaciona con los datos de la pregunta 26. Este patrón indica que el uso de IA está circunscrito al ámbito de estudio autónomo extracurricular y no invade el espacio evaluativo formal, al menos de forma declarada.

El uso de IA se concentra principalmente en el trabajo en casa, lo que sugiere que funciona como una extensión del estudio autónomo y no como un recurso de trampa en contextos evaluativos.

**Pregunta 8. ¿Tienes acceso confiable a internet y dispositivos para usar herramientas de IA cuando las necesitas?**

<b>Nivel de acceso</b>	<b>Frecuencia (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Siempre tengo acceso sin problemas	24	34.3%
Generalmente tengo acceso	25	35.7%
A veces tengo dificultades de acceso	16	22.9%
Frecuentemente tengo problemas de acceso	3	4.3%
No tengo acceso confiable	2	2.9%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 70.0% de los estudiantes (sumando las dos categorías más favorables) declara tener acceso confiable a internet y dispositivos para usar herramientas de IA. Sin embargo, el 22.9% reporta dificultades ocasionales y el 7.2% enfrenta problemas frecuentes o ausencia de acceso. Esta realidad de desigualdad en el acceso tecnológico es un factor condicionante para la equidad en el uso de IA como apoyo académico y debe ser considerada en cualquier política institucional sobre integración de IA en la enseñanza.

Si bien la mayoría cuenta con acceso suficiente, una proporción relevante de estudiantes enfrenta limitaciones de conectividad que condicionan su capacidad de usar IA como apoyo en Matemática II.

**Pregunta 9. El uso de herramientas de IA ha mejorado mi capacidad para identificar patrones y relaciones matemáticas.**

Nivel de acuerdo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	7	10.0%
De acuerdo	22	31.4%
Neutral	32	45.7%
En desacuerdo	3	4.3%
Totalmente en desacuerdo	6	8.6%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 41.4% de los estudiantes percibe que el uso de IA ha mejorado su capacidad para identificar patrones y relaciones matemáticas (de acuerdo + totalmente de acuerdo). Sin embargo, el 45.7% se mantiene neutral, lo que indica incertidumbre o falta de conciencia sobre esta mejora. El 12.9% expresa una percepción negativa. Esta distribución sugiere que el impacto de la IA en el pensamiento matemático abstracto no es percibido de manera uniforme, posiblemente porque depende de cómo se utiliza la herramienta.

**Conclusión parcial**

El impacto de la IA en la identificación de patrones matemáticos es positivo para algo más de cuatro de cada diez estudiantes, aunque el porcentaje neutral es elevado, lo que apunta a una influencia heterogénea.

**Pregunta 10. Cuando la IA me proporciona una solución, ¿con qué frecuencia analizo y comprendo el razonamiento detrás de cada paso?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Siempre	27	38.6%
Frecuentemente	26	37.1%
Ocasionalmente	14	20.0%
Raramente	2	2.9%
Nunca	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 75.7% de los estudiantes afirma analizar y comprender el razonamiento de la IA frecuentemente o siempre. Esto es un indicador positivo de pensamiento crítico aplicado al uso de la IA: los estudiantes no se limitan a copiar respuestas, sino que intentan entender el procedimiento. Solo el 4.3% lo hace raramente o nunca. Este patrón es coherente con el uso predominante reportado en la pregunta 5, donde la comprensión paso a paso fue la actividad principal.

La mayoría de los estudiantes adopta una actitud reflexiva frente a las soluciones de la IA, lo que favorece el desarrollo de pensamiento crítico y comprensión conceptual en lugar de dependencia pasiva.

**Pregunta 11. Mi habilidad para formular conjeturas y construir argumentos matemáticos válidos ha:**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Mejorado significativamente con el uso de IA	11	15.7%
Mejorado ligeramente con el uso de IA	36	51.4%
Permanecido igual	17	24.3%
Disminuido ligeramente con el uso de IA	3	4.3%
Disminuido significativamente con el uso de IA	3	4.3%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 67.1% de los estudiantes percibe una mejora (significativa o leve) en su habilidad para formular conjeturas y argumentos matemáticos a partir del uso de IA. El 24.3% no reporta cambios, y solo el 8.6% percibe una disminución. La mayoría señala una mejora leve (51.4%), lo que indica una influencia positiva moderada sobre esta competencia de orden superior, aunque no transformadora. La percepción general es favorable, aunque conviene profundizar en las condiciones bajo las cuales la IA contribuye efectivamente a este tipo de habilidad.

El uso de IA se asocia con una mejora percibida en la habilidad para formular argumentos matemáticos en la mayoría de los estudiantes, aunque los efectos son predominantemente moderados.

**Pregunta 12. Soy capaz de realizar operaciones matemáticas complejas sin ayuda de la IA.**

Nivel de acuerdo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	11	15.7%
De acuerdo	32	45.7%
Neutral	21	30.0%
En desacuerdo	2	2.9%
Totalmente en desacuerdo	4	5.7%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 61.4% de los estudiantes considera que es capaz de realizar operaciones matemáticas complejas sin asistencia de la IA (de acuerdo + totalmente de acuerdo). El 30.0% se mantiene neutral, lo que podría indicar incertidumbre sobre sus capacidades autónomas. Solo el 8.6% expresa incapacidad percibida. Este resultado es alentador en términos de autonomía matemática y sugiere que el uso de IA no ha erosionado de manera significativa la percepción de competencia propia en la mayoría de los casos.

La mayoría de los estudiantes se percibe capaz de operar matemáticamente sin IA, lo que sugiere que el uso de estas herramientas no ha generado una dependencia que afecte su confianza en sus habilidades propias.

**Pregunta 13. El uso de IA ha mejorado mi capacidad para expresar ideas matemáticas de forma clara utilizando símbolos y notación correcta.**

Nivel de acuerdo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	3	4.3%
De acuerdo	28	40.0%
Neutral	29	41.4%
En desacuerdo	5	7.1%
Totalmente en desacuerdo	5	7.1%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 44.3% de los estudiantes percibe que la IA ha mejorado su uso de notación y simbolismo matemático. Sin embargo, el 41.4% se mantiene neutral, lo que indica que esta habilidad específica no es percibida como claramente beneficiada por el uso de IA. El 14.2% expresa una percepción negativa. Es posible que la capacidad de expresión matemática formal requiera de práctica directa con papel y lápiz, y que la IA no influya de manera decisiva en este aspecto.

El impacto de la IA en la comunicación matemática simbólica es percibido de forma moderada e incierta, lo que sugiere que esta competencia requiere trabajo específico más allá del apoyo que puede ofrecer la IA.

**Pregunta 14. ¿Con qué frecuencia puedes interpretar y explicar con tus propias palabras las soluciones proporcionadas por la IA?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Siempre	11	15.7%
Frecuentemente	27	38.6%
Ocasionalmente	26	37.1%
Raramente	6	8.6%
Nunca	0	0.0%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 54.3% de los estudiantes es capaz de interpretar y explicar las soluciones de la IA con sus propias palabras de manera frecuente o constante. El 37.1% lo hace ocasionalmente, y solo el 8.6% raramente. Ningún estudiante reporta nunca ser capaz de hacerlo. Este resultado indica una capacidad moderada a buena de comprensión crítica de las soluciones de la IA, lo que sugiere que los estudiantes no asimilan las respuestas de forma mecánica, sino que procesan el contenido a su propio nivel.

La mayoría de los estudiantes puede comprender e interpretar activamente las soluciones de la IA, lo que evidencia un nivel aceptable de pensamiento crítico en la interacción con estas herramientas.

**Pregunta 15. Mi habilidad para justificar y argumentar resultados matemáticos de manera escrita u oral ha:**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Mejorado significativamente	11	15.7%
Mejorado ligeramente	34	48.6%
Permanecido igual	24	34.3%
Disminuido ligeramente	1	1.4%
Disminuido significativamente	0	0.0%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 64.3% de los estudiantes percibe una mejora (leve o significativa) en su habilidad para justificar y argumentar resultados matemáticos a partir del uso de IA. El 34.3% no percibe cambios, y apenas el 1.4% reporta una disminución leve, sin ninguna disminución significativa. Estos datos son positivos y sugieren que, en términos de argumentación matemática, el uso de IA tiende a contribuir favorablemente o al menos a no perjudicar esta competencia fundamental.

El uso de IA se asocia con una mejora percibida en la capacidad de argumentación matemática para la mayoría de los estudiantes, con un impacto negativo prácticamente nulo.

**Pregunta 16. Las herramientas de IA me han ayudado a relacionar conceptos matemáticos con problemas del mundo real y de ingeniería o ciencias económicas.**

<b>Nivel de acuerdo</b>	<b>Frecuencia (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Totalmente de acuerdo	5	7.1%
De acuerdo	26	37.1%
Neutral	31	44.3%
En desacuerdo	3	4.3%
Totalmente en desacuerdo	5	7.1%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 44.2% de los estudiantes considera que la IA les ha ayudado a conectar los conceptos matemáticos con aplicaciones del mundo real y de su campo profesional. El 44.3% se mantiene neutral, lo que podría indicar que aún no perciben claramente esta conexión o que el uso de IA en ese contexto específico es limitado. El 11.4% tiene una percepción negativa. La conexión matemáticas-aplicaciones prácticas es un objetivo pedagógico clave en carreras de ingeniería, por lo que esta percepción mixta merece atención.

La IA tiene un efecto positivo moderado en la conexión entre matemáticas y aplicaciones prácticas de ingeniería, aunque una proporción importante de estudiantes no percibe este beneficio con claridad.

**Pregunta 17. ¿Con qué frecuencia utilizas la IA para modelar y resolver problemas prácticos de ingeniería o ciencias económicas?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Siempre	0	0.0%
Frecuentemente	15	21.4%
Ocasionalmente	33	47.1%
Raramente	17	24.3%
Nunca	5	7.1%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

Ningún estudiante utiliza la IA siempre para modelar problemas prácticos, y solo el 21.4% lo hace frecuentemente. La mayoría la emplea ocasionalmente (47.1%) o raramente (24.3%), y el 7.1% nunca lo hace para este fin. Esto sugiere que el uso de IA para aplicaciones prácticas de ingeniería está limitado, posiblemente porque los estudiantes la emplean más para tareas genéricas de Matemática II que para problemas de modelamiento específico de su carrera.

El uso de IA para modelar problemas prácticos de ingeniería es limitado y esporádico, lo que indica que su potencial para el desarrollo de competencias de aplicación disciplinar no está siendo aprovechado plenamente.

**Pregunta 18. Mi capacidad para transferir conocimientos matemáticos a situaciones prácticas sin ayuda de IA ha:**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Mejorado significativamente	9	12.9%
Mejorado ligeramente	34	48.6%
Permanecido igual	24	34.3%
Disminuido ligeramente	2	2.9%
Disminuido significativamente	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 61.5% de los estudiantes percibe una mejora en su capacidad de transferir conocimiento matemático a situaciones prácticas sin el apoyo de la IA. El 34.3% no percibe cambios, y apenas el 4.3% reporta una disminución. Este resultado es positivo y sugiere que el uso de IA no inhibe el desarrollo de la competencia de transferencia autónoma; al contrario, la mayoría percibe cierta mejora, posiblemente porque la IA ayuda a comprender mejor los conceptos que luego son aplicables de forma independiente.

El uso de IA parece tener un impacto positivo moderado sobre la capacidad de transferencia de conocimientos matemáticos de forma autónoma, sin evidencias significativas de deterioro.

**Pregunta 19. Siento que dependo de la IA para completar mis tareas en la cátedra de Matemática II.**

Nivel de acuerdo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	0	0.0%
De acuerdo	10	14.3%
Neutral	32	45.7%
En desacuerdo	19	27.1%
Totalmente en desacuerdo	9	12.9%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

Solo el 14.3% de los estudiantes reconoce sentir dependencia de la IA para completar sus tareas. El 40.0% la rechaza (en desacuerdo o totalmente en desacuerdo), y el 45.7% se mantiene neutral, posiblemente por dificultad de introspección sobre el nivel de dependencia. Ningún estudiante manifiesta dependencia total. Estos datos sugieren que la dependencia percibida es baja, aunque el elevado porcentaje de neutrales merece atención, ya que podría enmascarar una dependencia no reconocida por los propios estudiantes.

La dependencia percibida de la IA es baja entre los estudiantes, aunque el elevado porcentaje de respuestas neutrales sugiere que este aspecto requiere seguimiento para evitar que la dependencia se desarrolle sin ser reconocida.

**Pregunta 20. ¿Con qué frecuencia estudias y practicas matemáticas por tu cuenta sin recurrir a herramientas de IA?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Siempre	4	5.7%
Frecuentemente	26	37.1%
Ocasionalmente	32	45.7%
Raramente	7	10.0%
Nunca	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 42.8% de los estudiantes estudia y practica matemáticas por su cuenta sin IA de manera frecuente o constante. El 45.7% lo hace ocasionalmente y el 11.4% raramente o nunca. Si bien la mayoría mantiene alguna práctica autónoma, el bajo porcentaje que lo hace de forma sistemática podría señalar una tendencia a sustituir el estudio tradicional por el apoyo de la IA, aunque esto no implica necesariamente un impacto negativo en el aprendizaje.

La práctica matemática autónoma sin IA es intermitente en la mayoría de los estudiantes, lo que sugiere que la IA se ha integrado como componente habitual del proceso de estudio, con variaciones en el grado de autonomía mantenida.

**Pregunta 21. Mi capacidad para autorregular mi aprendizaje y establecer estrategias de estudio propias ha:**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Mejorado significativamente con el uso de IA	12	17.1%
Mejorado ligeramente con el uso de IA	27	38.6%
Permanecido igual	26	37.1%
Disminuido ligeramente con el uso de IA	4	5.7%
Disminuido significativamente con el uso de IA	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 55.7% de los estudiantes percibe que el uso de IA ha contribuido positivamente a su capacidad de autorregulación del aprendizaje. El 37.1% no percibe cambios, y solo el 7.1% experimenta una disminución. Estos resultados indican que, en términos de metacognición y autonomía en el estudio, la IA no actúa como un factor negativo para la mayoría. Más bien, puede estar ayudando a los estudiantes a organizar mejor su proceso de aprendizaje al ofrecer retroalimentación inmediata.

El uso de IA se asocia con una mejora percibida en la autorregulación del aprendizaje para más de la mitad de los estudiantes, con un impacto negativo muy reducido.

**Pregunta 22. Me siento confiado/a resolviendo problemas matemáticos en exámenes sin acceso a IA.**

Nivel de acuerdo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	13	18.6%
De acuerdo	18	25.7%
Neutral	30	42.9%
En desacuerdo	4	5.7%
Totalmente en desacuerdo	5	7.1%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 44.3% de los estudiantes se siente confiado para resolver problemas matemáticos en exámenes sin acceso a IA (de acuerdo + totalmente de acuerdo). El 42.9% se mantiene neutral, lo que puede indicar una confianza condicional o ambivalente. El 12.8% no se siente confiado. El alto porcentaje de respuestas neutrales es significativo: podría reflejar que los estudiantes reconocen cierta dependencia de las herramientas, aunque sin llegar a sentirse incapaces sin ellas. Este es uno de los indicadores más importantes para evaluar la autonomía en contextos evaluativos formales.

La confianza para rendir exámenes sin IA es moderada y dividida entre los estudiantes; el elevado porcentaje neutral merece atención, pues podría señalar una dependencia latente que no se percibe explícitamente.

**Pregunta 23. ¿Con qué frecuencia verificas o cuestionas las respuestas que te proporciona la IA?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Siempre	20	28.6%
Frecuentemente	22	31.4%
Ocasionalmente	21	30.0%
Raramente	6	8.6%
Nunca	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 60.0% de los estudiantes verifica o cuestiona las respuestas de la IA de forma frecuente o constante. El 30.0% lo hace ocasionalmente, y solo el 10.0% raramente o nunca. Este resultado es positivo desde la perspectiva del pensamiento crítico: la mayoría de los estudiantes no acepta las respuestas de la IA de manera acrítica, sino que las somete a algún nivel de verificación. Esto es fundamental para desarrollar juicio matemático propio y evitar propagar errores.

La mayoría de los estudiantes muestra un pensamiento crítico activo al usar la IA, cuestionando y verificando sus respuestas con regularidad, lo que es un indicador saludable de autonomía intelectual.

**Pregunta 24. El uso de IA ha desarrollado mi capacidad para evaluar críticamente diferentes métodos de solución de un problema.**

Nivel de acuerdo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	2	2.9%
De acuerdo	23	32.9%
Neutral	40	57.1%
En desacuerdo	2	2.9%
Totalmente en desacuerdo	3	4.3%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 35.8% de los estudiantes considera que la IA ha contribuido al desarrollo de su capacidad para evaluar críticamente distintos métodos de solución. Sin embargo, el 57.1% se mantiene neutral, lo que representa la mayoría de respuestas. El porcentaje negativo es bajo (7.2%). La elevada neutralidad sugiere que los estudiantes no perciben con claridad esta dimensión del pensamiento crítico como un resultado directo del uso de IA, posiblemente porque no utilizan la IA de una manera que les exponga a múltiples enfoques metodológicos.

El impacto de la IA en el desarrollo del pensamiento evaluativo sobre métodos matemáticos no es claramente percibido por la mayoría de los estudiantes; se requieren estrategias pedagógicas específicas para potenciar esta dimensión.

**Pregunta 25. Mi habilidad para detectar errores en procedimientos matemáticos ha:**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Mejorado significativamente	12	17.1%
Mejorado ligeramente	35	50.0%
Permanecido igual	21	30.0%
Disminuido ligeramente	2	2.9%
Disminuido significativamente	0	0.0%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 67.1% de los estudiantes percibe una mejora en su habilidad para detectar errores en procedimientos matemáticos (significativa + leve). El 30.0% no reporta cambios y apenas el 2.9% una disminución leve. Este es uno de los resultados más positivos del estudio: la capacidad de detección de errores, habilidad crítica en matemáticas, parece verse favorecida por el uso de IA, posiblemente porque la comparación entre el procedimiento propio y el de la IA permite identificar discrepancias y errores.

El uso de IA se asocia con una mejora percibida en la capacidad de detectar errores matemáticos en la mayoría de los estudiantes, con impacto negativo prácticamente nulo.

**Pregunta 26. ¿Has utilizado herramientas de IA durante exámenes o evaluaciones formales de Matemática II?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Nunca lo he hecho	45	64.3%
Nunca he tenido la oportunidad	8	11.4%
Solo una vez	10	14.3%
Sí, en algunas ocasiones	6	8.6%
Sí, frecuentemente	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 64.3% de los estudiantes afirma no haber utilizado herramientas de IA durante exámenes formales, y el 11.4% adicional declara no haber tenido la oportunidad de hacerlo. No obstante, el 24.3% reconoce haberla utilizado al menos una vez en alguna evaluación formal. Si bien la mayoría respeta la integridad académica en contextos evaluativos, la proporción que admite haberla utilizado es significativa y representa un riesgo para la validez de las evaluaciones y la adquisición real de competencias.

La mayoría de los estudiantes no utiliza IA durante exámenes formales, pero una cuarta parte reconoce haberlo hecho en alguna ocasión, lo que plantea desafíos para la evaluación auténtica de competencias.

**Pregunta 27. Considero que utilizar IA para resolver tareas o ejercicios de Matemática II es:**

Postura ética	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Aceptable solo para verificar respuestas	37	52.9%
Apropiado si se comprende lo que hace la IA	19	27.1%
Totalmente apropiado y válido	4	5.7%
No estoy seguro/a	5	7.1%
Inapropiado, debería resolverse todo manualmente	5	7.1%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

La mayoría de los estudiantes (52.9%) considera que el uso de IA en Matemática II es aceptable únicamente para verificar respuestas, lo que refleja una postura restrictiva y consciente sobre su uso. El 27.1% lo considera apropiado siempre que se comprenda el razonamiento de la IA. Solo el 5.7% lo ve como totalmente válido, y el 7.1% lo considera inapropiado. Esta distribución revela una conciencia ética moderada entre los estudiantes, que tienden a ver la IA como un recurso complementario más que como un sustituto del trabajo propio.

Los estudiantes muestran una percepción ética mayoritariamente responsable respecto al uso de IA: la ven como herramienta de apoyo y verificación, no como sustituto del aprendizaje, lo que es coherente con su comportamiento declarado.

**Pregunta 28. ¿Tu profesor de Matemática II conoce que utilizas herramientas de IA?**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
No estoy seguro/a si lo sabe	38	54.3%
Sí, lo sabe pero no han dado una postura clara	12	17.1%
Sí, lo sabe y lo aprueban	8	11.4%
Sí, lo sabe y lo desacredita	6	8.6%
No, no lo sabe	6	8.6%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 54.3% de los estudiantes no está seguro de si su docente sabe que utilizan IA, lo que indica un bajo nivel de transparencia o comunicación al respecto. Solo el 11.4% reporta que el docente lo sabe y lo aprueba, mientras que el 8.6% lo desacredita activamente. El 17.1% señala que el docente lo sabe, pero sin una postura definida. Esta falta de claridad institucional y docente sobre el uso de IA es un factor relevante que puede generar incertidumbre y uso inconsistente de estas herramientas entre los estudiantes.

Existe un vacío de comunicación y posicionamiento claro por parte de los docentes respecto al uso de IA, lo que genera incertidumbre en los estudiantes y puede derivar en usos no regulados o inadecuados.

**Pregunta 29. Comparando tu rendimiento en Matemática II con otras materias donde usas menos IA, consideras que tus calificaciones son:**

Percepción comparativa	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Similares en ambas	53	75.7%
Ligeramente mejores en Matemática II	6	8.6%
Ligeramente peores en Matemática II	6	8.6%
Significativamente mejores en Matemática II	5	7.1%
Significativamente peores en Matemática II	0	0.0%

*Elaboración propia.*

### **Interpretación de los datos**

El 75.7% de los estudiantes considera que sus calificaciones en Matemática II son similares a las de otras materias donde usan menos IA. El 15.7% percibe un mejor rendimiento en la materia con IA, y el 8.6% un rendimiento ligeramente inferior. La homogeneidad predominante sugiere que el uso de IA no supone una ventaja califcatoria desmedida, pero tampoco evidencia una mejora sustancial en el rendimiento académico percibido. Esto puede indicar que el efecto de la IA se manifiesta más en el proceso de aprendizaje que en las calificaciones finales.

El uso de IA en Matemática II no parece traducirse en mejoras califcatorias sustanciales percibidas por los estudiantes en comparación con otras materias, lo que sugiere que su efecto es más cualitativo que cuantitativo.

**Pregunta 30. Desde que comenzaste a usar herramientas de IA en Matemática II, tus calificaciones han:**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Permanecido igual	34	48.6%
Mejorado ligeramente	27	38.6%
Mejorado significativamente	6	8.6%
Disminuido ligeramente	2	2.9%
Disminuido significativamente	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 47.2% de los estudiantes reporta alguna mejora en sus calificaciones desde que comenzaron a usar IA (leve + significativa). El 48.6% no percibe cambios en sus notas, y el 4.3% reporta una disminución. La mejora autopercebida es considerable para casi la mitad de los estudiantes, aunque predomina la percepción de estabilidad. Es relevante que prácticamente ningún estudiante atribuye una disminución significativa de sus calificaciones al uso de IA.

El uso de IA se asocia con mejoras calificadorias percibidas por cerca de la mitad de los estudiantes, sin impacto negativo significativo en el rendimiento académico declarado.

**Pregunta 31. El tiempo que dedicas a estudiar y practicar Matemática II comparado con antes de usar IA ha:**

Opción de respuesta	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Permanecido igual	42	60.0%
Aumentado ligeramente	16	22.9%
Aumentado significativamente	6	8.6%
Disminuido ligeramente	5	7.1%
Disminuido significativamente	1	1.4%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 60.0% de los estudiantes indica que el tiempo que dedica a estudiar Matemática II no ha variado con el uso de IA. El 31.5% reporta un aumento en el tiempo de estudio, lo que podría indicar que la IA genera mayor engagement con la materia. Solo el 8.5% reporta una disminución en el tiempo de estudio, lo que contradice la hipótesis de que la IA reduce el esfuerzo estudiantil. Este resultado es relevante y positivo: el uso de IA no parece generar una reducción en el tiempo dedicado al estudio de matemáticas.

El uso de IA no ha reducido el tiempo de estudio de la mayoría de los estudiantes; para una proporción significativa, incluso lo ha incrementado, lo que sugiere un efecto motivador o de mayor involucramiento con la materia.

**Pregunta 32. Las herramientas de IA han aumentado mi interés y motivación por aprender matemáticas.**

Nivel de acuerdo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	6	8.6%
De acuerdo	30	42.9%
Neutral	29	41.4%
En desacuerdo	1	1.4%
Totalmente en desacuerdo	4	5.7%

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

El 51.5% de los estudiantes considera que las herramientas de IA han aumentado su interés y motivación por aprender matemáticas. El 41.4% se mantiene neutral, lo que podría indicar que la motivación varía según el perfil del estudiante o la forma en que se utiliza la IA. Solo el 7.1% expresa una percepción negativa. La influencia positiva sobre la motivación es relevante, ya que este factor está estrechamente ligado al rendimiento académico y la disposición al aprendizaje profundo.

Las herramientas de IA han tenido un efecto motivador positivo para más de la mitad de los estudiantes, lo que puede contribuir indirectamente al logro de competencias matemáticas.

**Pregunta 33. En general, consideras que el uso de IA en tu aprendizaje de Matemática II ha sido:**

Valoración general	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Beneficioso	39	55.7%
Ni beneficioso ni perjudicial	23	32.9%
Muy beneficioso	8	11.4%
Perjudicial	0	0.0%
Muy perjudicial	0	0.0%

*Elaboración propia.*

### **Interpretación de los datos**

El 67.1% de los estudiantes valora el uso de IA en Matemática II como beneficioso o muy beneficioso. El 32.9% lo percibe como neutro, sin efectos positivos ni negativos claramente identificables. Ningún estudiante lo considera perjudicial o muy perjudicial. Esta valoración general positiva es significativa: refleja que los estudiantes, en su conjunto, perciben que la IA aporta valor a su proceso de aprendizaje en la materia, aunque una proporción relevante no identifica un impacto claro.

La percepción general sobre el uso de IA en Matemática II es positiva: dos de cada tres estudiantes la valoran como beneficiosa, sin que ninguno la considere perjudicial para su aprendizaje.

**Pregunta 34. ¿Cuál es tu principal preocupación respecto al uso de IA en el aprendizaje de matemáticas?**

Preocupación	Frecuencia (n)	% del total de estudiantes
Crear dependencia tecnológica	33	47.1
Perder capacidad de razonamiento	29	41.4
No desarrollar habilidades propias	25	35.7
Ninguna preocupación	10	14.3
Deshonestidad académica	9	12.9
Otras	1	1.4

*Elaboración propia.*

**Interpretación de los datos**

La principal preocupación de los estudiantes respecto al uso de IA es la creación de dependencia tecnológica (47.1%), seguida de la pérdida de capacidad de razonamiento (41.4%) y el riesgo de no desarrollar habilidades propias (35.7%). La deshonestidad académica, aunque presente (12.9%), no es la preocupación predominante. El 14.3% no expresa ninguna preocupación. Estos resultados revelan que los propios estudiantes tienen conciencia de los riesgos del uso excesivo de IA para su desarrollo intelectual y académico.

Los estudiantes muestran una conciencia genuina sobre los riesgos del uso de IA, especialmente en lo relativo a la dependencia tecnológica y la pérdida de capacidades de razonamiento propio, lo que es un punto de partida favorable para orientar el uso responsable de estas herramientas.

**Pregunta 35. Si pudieras elegir, ¿preferirías que el uso de IA en Matemática II fuera:**

Preferencia de regulación	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Permitido con lineamientos claros	31	44.3%
Totalmente libre	13	18.6%
Integrado formalmente en la metodología de enseñanza	13	18.6%
Limitado y supervisado por docentes	11	15.7%
Completamente prohibido	2	2.9%

*Elaboración propia.*

### **Interpretación de los datos**

La opción preferida por los estudiantes es que el uso de IA esté permitido con lineamientos claros (44.3%), lo que refleja una demanda de regulación orientadora más que restrictiva. El 18.6% prefiere un uso totalmente libre, y otro 18.6% prefiere que esté integrado formalmente en la metodología docente. Solo el 15.7% apoya un uso limitado y supervisado, y apenas el 2.9% aboga por su prohibición total. En conjunto, el 63.0% de los estudiantes prefiere algún nivel de regulación con orientación o integración formal, lo que es coherente con sus preocupaciones expresadas en la pregunta anterior.

## Resultados derivados de la investigación

### 12.1. Dimensión I: Identificación y caracterización del uso de herramientas de IA

La primera dimensión de análisis tiene como propósito responder al objetivo específico de identificar las herramientas de inteligencia artificial utilizadas por los estudiantes de Matemática II, así como caracterizar la frecuencia, los propósitos y los contextos en que dicho uso se produce. Para ello, se analizan los datos correspondientes a las preguntas 1 a 8 del cuestionario, que cubren desde la caracterización de la muestra hasta las condiciones de acceso tecnológico de los participantes.

#### 12.1.1. Caracterización de la muestra

La muestra estuvo conformada por 70 estudiantes distribuidos entre siete carreras de la Facultad de Ingeniería. Las carreras con mayor representación fueron Ingeniería Eléctrica con 18 estudiantes (25.7%) e Ingeniería Industrial con 16 estudiantes (22.9%), seguidas de Ingeniería Civil con 13 estudiantes (18.6%). Las carreras de Ingeniería Agronómica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica aportaron entre 7 y 8 estudiantes cada una, mientras que Ingeniería en Sistemas y TI contó con un único representante, lo que la convierte en la carrera de menor participación. Esta diversidad de carreras enriquece el alcance descriptivo del estudio al capturar perspectivas provenientes de distintos perfiles de formación ingenieril.

Carrera	n	%
Ingeniería Eléctrica	18	25.7%
Ingeniería Industrial	16	22.9%
Ingeniería Civil	13	18.6%

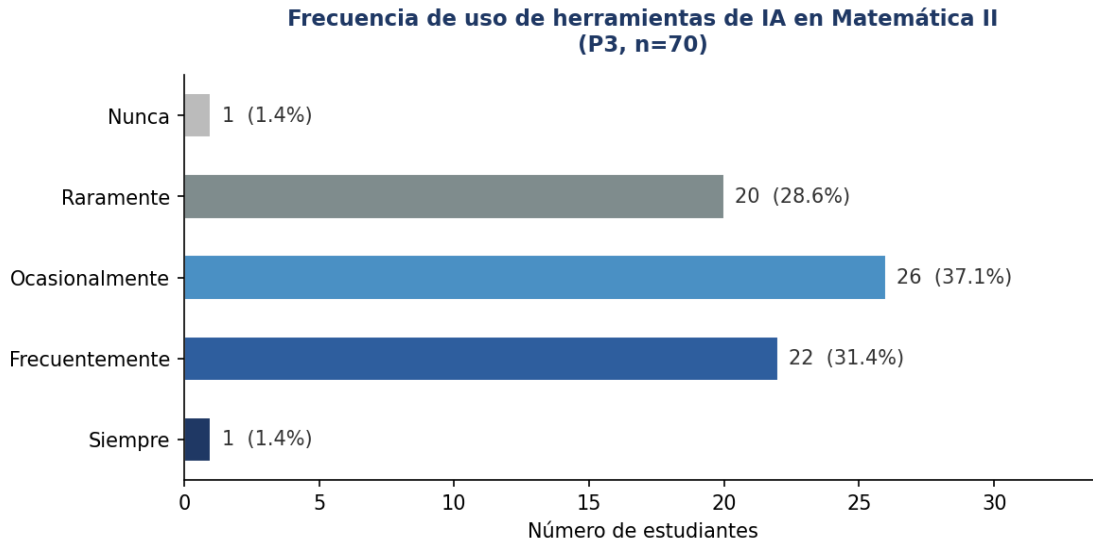
Carrera	n	%
Ingeniería Agronómica	8	11.4%
Ingeniería Mecánica	7	10.0%
Ingeniería Electrónica	7	10.0%
Ing. en Sistemas y TI	1	1.4%
Total	70	100%

*Elaboración propia.*

En cuanto a la distribución por género, la muestra se divide entre 38 estudiantes masculinos (54.3%) y 32 femeninos (45.7%), lo que configura una distribución relativamente equilibrada que favorece la representatividad del estudio respecto a la diversidad de la población estudiantil de la facultad.

### **12.1.2. Frecuencia general de uso de herramientas de IA**

Al consultar a los estudiantes sobre la frecuencia con que utilizan herramientas de inteligencia artificial para resolver problemas o tareas de Matemática II, los resultados revelan un panorama de adopción amplia pero moderada. Como se aprecia en la Figura 1, el 37.1% de la muestra las emplea ocasionalmente, el 31.4% frecuentemente y el 28.6% raramente. En los extremos, apenas el 1.4% las utiliza siempre y otro 1.4% declara no usarlas nunca. En términos acumulados, el 98.5% de los estudiantes recurre a la IA al menos de forma esporádica en la cátedra de Matemática II, lo que evidencia que su uso está ya consolidado como práctica informal en el entorno académico estudiado, con independencia de la existencia o ausencia de políticas institucionales que lo orienten o regulen.



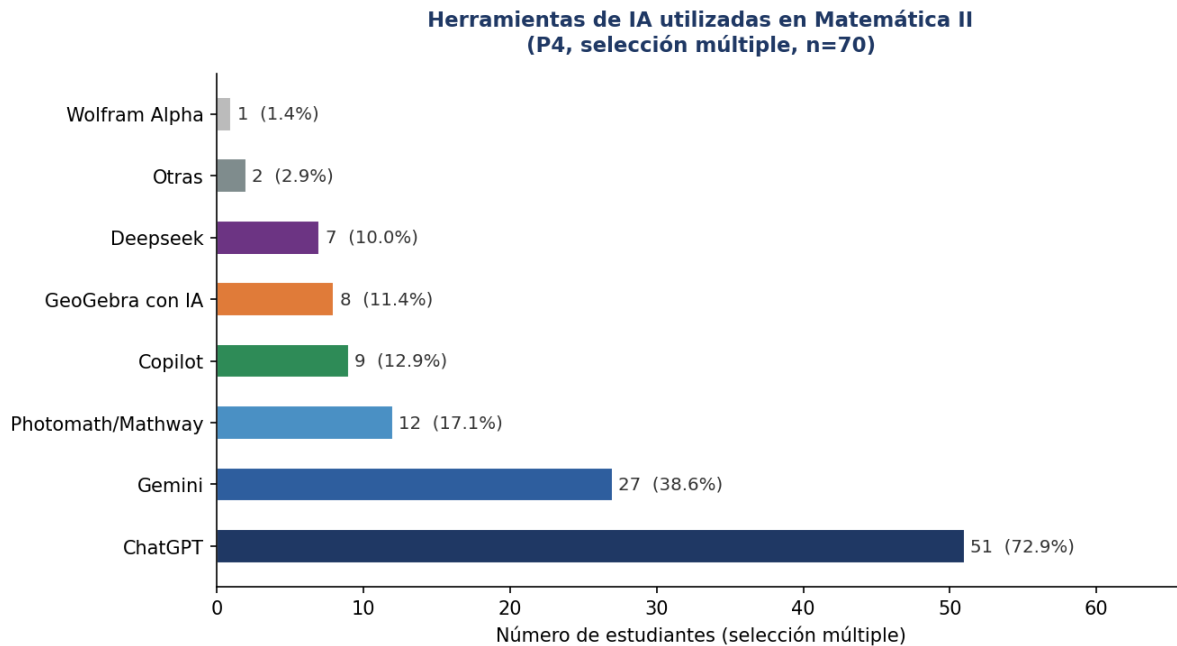
*Elaboración propia.*

La concentración de respuestas en las categorías “Ocasionalmente” y “Frecuentemente” —que en conjunto suman el 68.5% de los casos— sugiere un perfil de uso moderado y complementario, en el que la IA no ha desplazado al estudio tradicional sino que se ha integrado como recurso adicional disponible para los momentos en que el estudiante lo considera necesario. Este hallazgo tiene implicaciones relevantes para la comprensión del fenómeno: el uso predominantemente moderado contrasta con la hipótesis de una dependencia masiva o un uso sustitutivo generalizado.

**12.1.3. Herramientas de inteligencia artificial más utilizadas**

La pregunta sobre las herramientas de IA empleadas en la cátedra permitía la selección múltiple, razón por la cual los porcentajes reportados en la Figura 2 y la Tabla 2 se calculan sobre el total de 70 respondentes y no suman el 100%. Los resultados son contundentes respecto al dominio de las herramientas conversacionales de propósito general: ChatGPT lidera con una adopción del 72.9%, es decir, más de siete de cada diez estudiantes lo han utilizado en Matemática II. En segundo lugar se ubica Gemini con el 38.6%, seguido a distancia por Photomath y Mathway con el 17.1%, Copilot con el 12.9% y GeoGebra con IA con el 11.4%.

Deepseek registra un 10.0% de adopción, mientras que Wolfram Alpha — herramienta matemática especializada por excelencia— apenas es utilizada por el 1.4% de la muestra.



*Figura 2. Herramientas de IA utilizadas en Matemática II (P4, selección múltiple, n = 70)*

Herramienta de IA	n	% sobre total de estudiantes
ChatGPT	51	72.9%
Gemini	27	38.6%
Photomath / Mathway	12	17.1%

Herramienta de IA	n	% sobre total de estudiantes
Copilot	9	12.9%
GeoGebra con IA	8	11.4%
Deepseek	7	10.0%
Otras	2	2.9%
Wolfram Alpha	1	1.4%

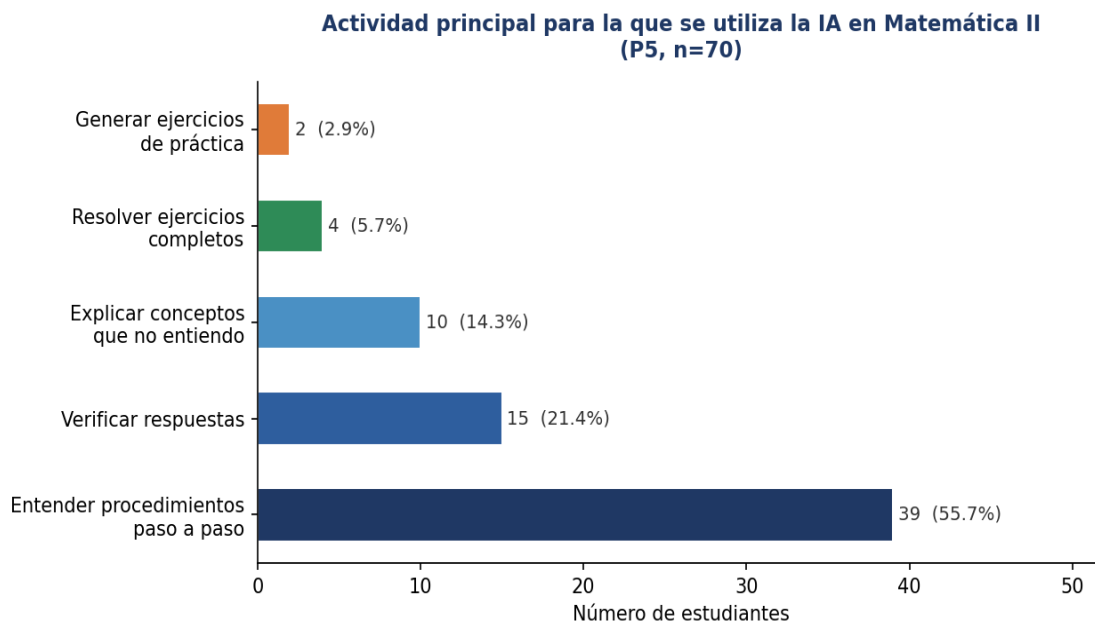
*Tabla 2. Herramientas de IA utilizadas en Matemática II (P4, selección múltiple, n = 70)*

La brecha entre herramientas conversacionales de propósito general —ChatGPT y Gemini acumulan el 111.5% de selecciones combinadas— y herramientas matemáticas especializadas —Wolfram Alpha y GeoGebra con IA suman apenas el 12.8%— es uno de los hallazgos más significativos del estudio. Esta preferencia responde probablemente a factores de accesibilidad, familiaridad y facilidad de uso en lenguaje natural que caracterizan a los modelos de lenguaje generativo, en contraste con la curva de aprendizaje más pronunciada que presentan las plataformas matemáticas especializadas. Desde el punto de vista pedagógico, este patrón plantea una oportunidad de formación: orientar a los estudiantes hacia el uso complementario de herramientas especializadas podría potenciar el rigor matemático de sus interacciones con la IA.

#### **12.1.4 Actividades para las que se utiliza la IA**

La pregunta sobre las actividades para las que se emplea principalmente la IA en Matemática II arrojó un resultado que merece atención especial por sus

implicaciones pedagógicas. Como puede observarse en la Figura 3, el 55.7% de los estudiantes —más de la mitad— declara utilizar la IA fundamentalmente para entender procedimientos matemáticos paso a paso. El 21.4% la emplea principalmente para verificar sus propias respuestas, y el 14.3% para que le explique conceptos que no comprende. En conjunto, el 91.4% de los estudiantes utiliza la IA con fines que implican algún nivel de comprensión activa, en contraste con el 5.7% que la usa principalmente para que resuelva ejercicios completos sin involucramiento propio, y el 2.9% que la emplea para generar ejercicios de práctica.



*Figura 3. Actividad principal para la que se utiliza la IA en Matemática II (P5, n = 70)*

Esta distribución constituye un indicador cualitativo de primera importancia: el uso predominante de la IA para comprender —no para copiar— sugiere que la mayoría de los estudiantes de la muestra se acerca al perfil del usuario reflexivo antes que al del usuario pasivo o dependiente. La búsqueda de comprensión paso a paso como actividad principal es coherente con el perfil de herramientas más usadas: ChatGPT es especialmente valorado por su capacidad de explicar procedimientos en lenguaje natural, de manera gradual y adaptada a las preguntas del usuario.

### 12.1.5 Momentos de uso y condiciones de acceso tecnológico

La caracterización del uso de IA se completa con el análisis de los momentos en que se recurre a estas herramientas y las condiciones de acceso tecnológico de los estudiantes. Respecto a los momentos de uso, el trabajo domiciliario emerge como el contexto absolutamente predominante: el 65.7% de los estudiantes utiliza la IA principalmente al realizar tareas en casa, y el 27.1% al estudiar para exámenes. El uso durante las clases, tanto presenciales como virtuales, es marginal (4.3% y 1.4% respectivamente), y ningún estudiante declara espontáneamente usarla durante exámenes o evaluaciones formales. Este patrón sitúa el uso de la IA en el espacio del estudio autónomo extracurricular, lejos de los contextos evaluativos formales.

Momento de uso	n	%
Al realizar tareas en casa	46	65.7%
Al estudiar para exámenes	19	27.1%
Durante las clases virtuales	3	4.3%
En todos los momentos	1	1.4%
Durante las clases presenciales	1	1.4%
Durante exámenes o evaluaciones	0	0.0%
Total	70	100%

Tabla 3. Momentos de uso de herramientas de IA en Matemática II (P7, n = 70)

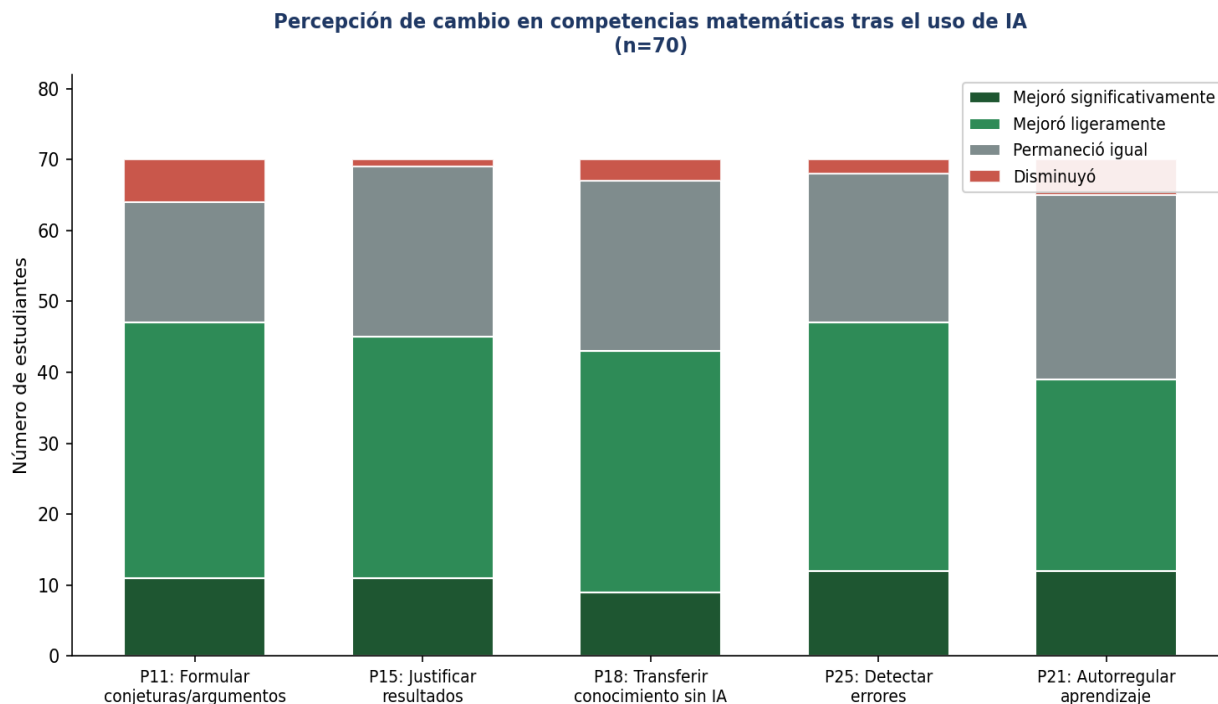
En cuanto al acceso tecnológico, el 70.0% de los estudiantes cuenta con acceso confiable o generalmente confiable a internet y dispositivos para usar herramientas de IA cuando las necesita. Sin embargo, el 22.9% enfrenta dificultades ocasionales de acceso, el 4.3% problemas frecuentes y el 2.9% carece de acceso confiable. Este 30.1% de estudiantes con limitaciones de conectividad representa una brecha digital interna a la muestra que debe ser considerada al diseñar políticas institucionales sobre el uso de IA, pues una regulación que asuma acceso universal podría generar inequidades en el proceso de aprendizaje.

## **12.2. Dimensión II: Competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía**

La segunda dimensión de análisis corresponde al objetivo específico de medir el grado de adquisición de competencias matemáticas, pensamiento crítico y autonomía en los estudiantes que utilizan herramientas de IA en Matemática II. Los datos analizados en esta dimensión provienen de las preguntas 9 a 25 del cuestionario, que cubren tanto competencias matemáticas específicas como indicadores de pensamiento crítico y comportamientos de autonomía en el aprendizaje.

### **12.2.1 Percepción sobre el desarrollo de competencias matemáticas específicas**

Los resultados relativos al desarrollo de competencias matemáticas específicas ofrecen un panorama consistentemente favorable. La Figura 4 sintetiza visualmente la distribución de respuestas en cinco competencias clave, permitiendo observar de un vistazo los patrones comunes y las diferencias entre ellas.



*Figura 4. Percepción de cambio en competencias matemáticas tras el uso de IA (n = 70)*

Comenzando por la habilidad para formular conjeturas y construir argumentos matemáticos válidos (P11), el 67.1% de los estudiantes percibe una mejora — significativa en el 15.7% y leve en el 51.4%—, mientras que el 24.3% no percibe cambios y el 8.6% reporta deterioro. En términos similares, la habilidad para justificar y argumentar resultados matemáticos de forma escrita u oral (P15) registra una mejora percibida del 64.3%, con apenas el 1.4% que experimenta deterioro leve y ninguno que reporta deterioro significativo. Esta ausencia de deterioro significativo en la argumentación matemática es un dato relevante que sugiere que el uso de IA no erosiona las capacidades de razonamiento formal en la muestra estudiada.

La habilidad para detectar errores en procedimientos matemáticos (P25) presenta el índice de mejora más alto entre las competencias medidas: el 67.1% percibe mejora —17.1% significativa y 50.0% leve—, el 30.0% permanece igual y ningún estudiante reporta deterioro significativo. Este resultado es especialmente

coherente con el patrón de uso identificado en la Dimensión I: la práctica habitual de comparar el propio procedimiento con el generado por la IA puede estar contribuyendo naturalmente al desarrollo de la capacidad de detectar discrepancias y errores. La capacidad de transferir conocimientos matemáticos a situaciones prácticas sin ayuda de IA (P18) muestra una mejora percibida del 61.5%, con el 34.3% sin cambios y el 4.3% con deterioro, lo que indica que el uso de IA no ha comprometido la capacidad de aplicación autónoma del conocimiento. Finalmente, la capacidad de autorregular el aprendizaje y establecer estrategias de estudio propias (P21) registra una mejora percibida del 55.7%, con el 37.1% sin cambios y el 7.1% con deterioro.

Complementando este análisis, la Figura 5 presenta un índice comparado de percepción positiva versus negativa en cada competencia, que permite visualizar de forma integrada el balance entre mejoras y deterioros.

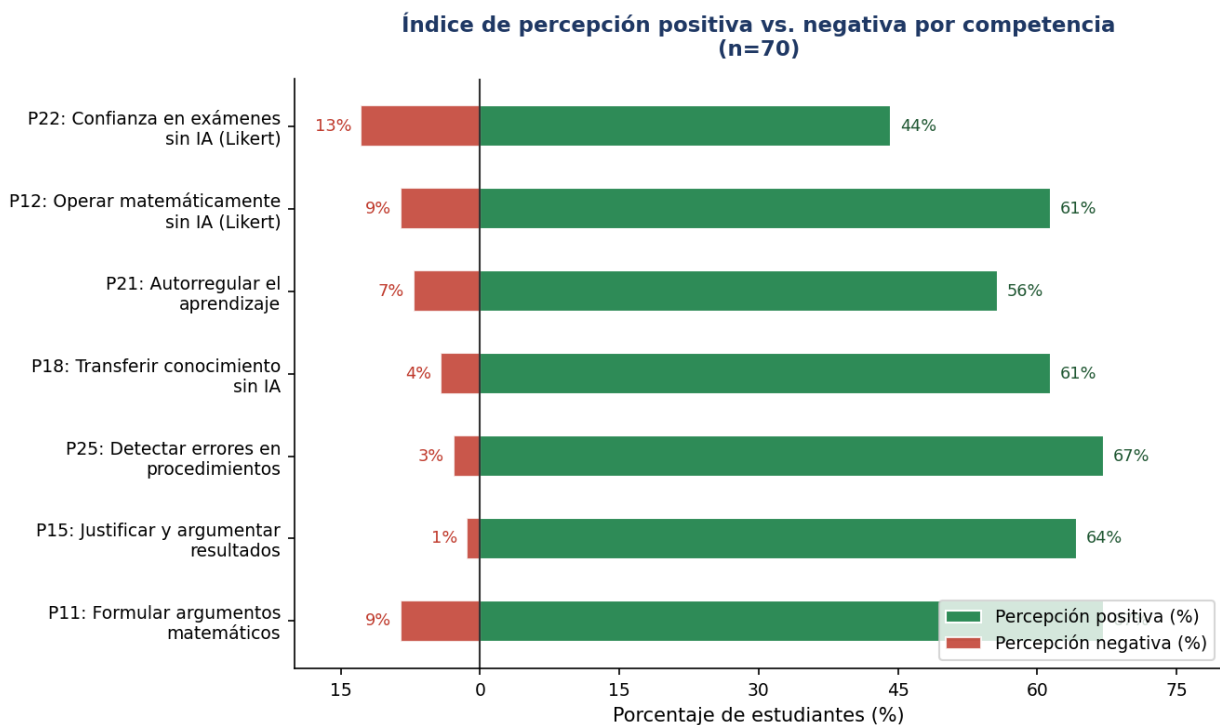
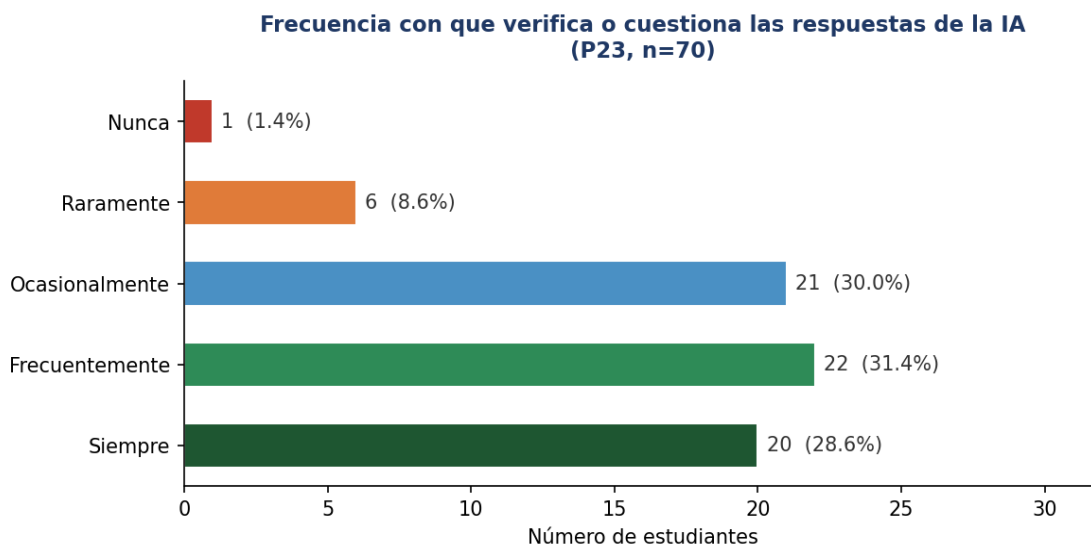


Figura 5. Índice de percepción positiva vs. negativa por competencia (n = 70)

El índice confirma que en todas las competencias medidas la percepción positiva supera ampliamente a la negativa. La detección de errores y la formulación de argumentos presentan los índices más favorables, con más del 67% positivo frente a menos del 9% negativo. La confianza en exámenes sin acceso a IA (P22) emerge como el indicador con el perfil más débil: el 44.3% positivo frente al 12.8% negativo, con un 42.9% de respuestas neutrales que representa la zona de mayor incertidumbre del estudio. Este dato es el más relevante para evaluar la solidez de la autonomía matemática: la neutralidad predominante no es rechazo de la propia capacidad, pero tampoco es confianza, y puede estar indicando una dependencia latente que el estudiante no percibe conscientemente como tal.

### 12.2.2 Pensamiento crítico en la interacción con la IA

Los indicadores de pensamiento crítico muestran un perfil especialmente alentador. Ante la pregunta sobre con qué frecuencia analiza y comprende el razonamiento detrás de cada paso cuando la IA le proporciona una solución (P10), el 38.6% de los estudiantes responde que siempre y el 37.1% que frecuentemente, sumando un 75.7% que mantiene un análisis activo de las respuestas de la IA de forma regular. Solo el 4.3% raramente o nunca lleva a cabo este análisis.

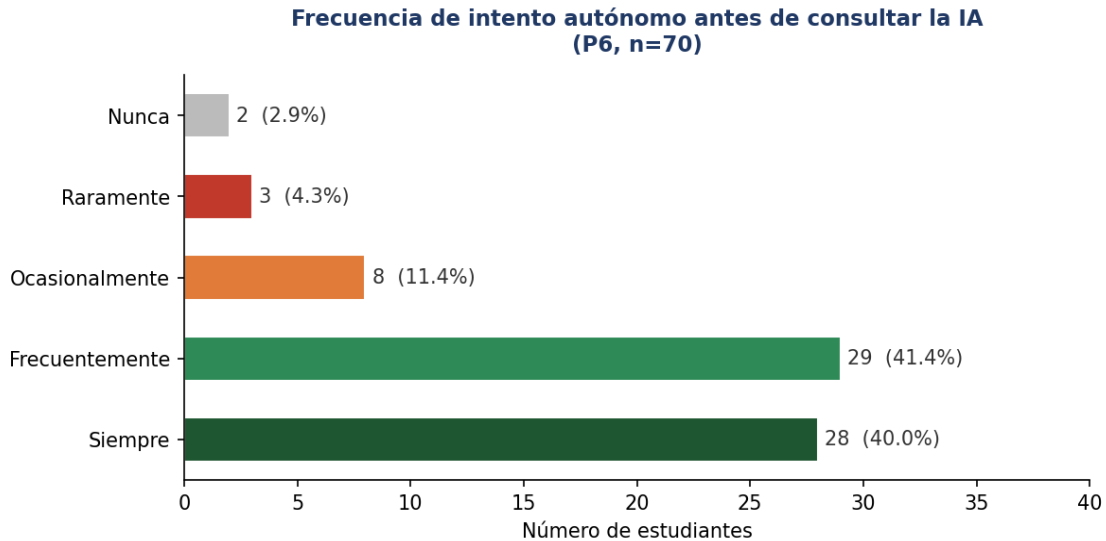


*Figura 6. Frecuencia con que verifica o cuestiona las respuestas de la IA (P23, n = 70)*

La Figura 6 muestra los resultados de una pregunta estrechamente relacionada: la frecuencia con que el estudiante verifica o cuestiona las respuestas proporcionadas por la IA (P23). El 28.6% siempre lo hace, el 31.4% frecuentemente y el 30.0% ocasionalmente. En conjunto, el 90.0% de los estudiantes somete las respuestas de la IA a algún nivel de verificación, y el 60.0% lo hace de forma frecuente o constante. Únicamente el 10.0% raramente o nunca cuestiona las respuestas recibidas. Este patrón de verificación activa es especialmente significativo en el contexto de Matemática II, donde los modelos de lenguaje generativo son conocidos por cometer errores en procedimientos algebraicos complejos, integrales o sistemas de ecuaciones, razón por la cual la capacidad de detectar y corregir esos errores constituye en sí misma una competencia matemática relevante.

### **12.2.3 Autonomía en el aprendizaje**

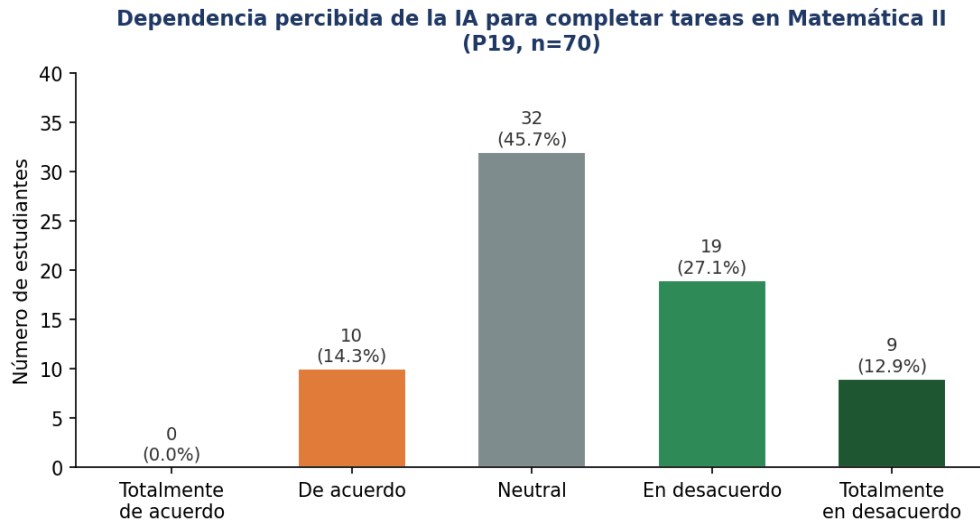
La dimensión de autonomía se analiza a través de tres indicadores principales: el intento autónomo previo a consultar la IA, la dependencia percibida y la confianza en contextos evaluativos sin acceso a herramientas de IA. El primer indicador —la frecuencia con que el estudiante intenta resolver el problema de forma autónoma antes de consultar la IA (P6)— ofrece uno de los resultados más positivos del estudio, como puede apreciarse en la Figura 7.



*Figura 7. Frecuencia de intento autónomo antes de consultar la IA (P6, n = 70)*

El 40.0% de los estudiantes siempre intenta resolver primero el problema de forma autónoma, y el 41.4% lo hace frecuentemente, configurando un 81.4% que mantiene este hábito como práctica habitual. Solo el 7.2% raramente o nunca lo hace. Este comportamiento es pedagógicamente valioso porque activa procesos cognitivos de comprensión y razonamiento que la consulta directa a la IA no activa, y porque sitúa a la herramienta en su rol más adecuado: apoyo para los momentos de dificultad, no primer recurso ante cualquier problema.

Sobre la dependencia percibida (P19), la Figura 8 revela un resultado que requiere una lectura matizada. Si bien ningún estudiante reconoce sentir dependencia total, y el 40.0% la rechaza explícitamente, el 45.7% se posiciona en la categoría neutral y solo el 14.3% la admite. La interpretación directa de estos datos indicaría una dependencia baja; sin embargo, el elevado porcentaje de respuestas neutrales — casi la mitad de la muestra— puede estar enmascarando una dependencia no reconocida conscientemente por los propios estudiantes, lo que constituye precisamente el tipo de dependencia más difícil de abordar pedagógicamente.



*Figura 8. Percepción de dependencia de la IA para completar tareas en Matemática II (P19, n = 70)*

#### **12.2.4 Tabla cruzada: autonomía previa y análisis del razonamiento**

Con el propósito de explorar si existe una relación coherente entre el hábito de intento autónomo previo (P6) y la frecuencia con que el estudiante analiza el razonamiento de la IA (P10), se construyó la Tabla 4 y la Figura 9 de análisis cruzado. La lógica que subyace a esta relación es la siguiente: un estudiante que mantiene hábitos autónomos activos tendería también a mantener una actitud más reflexiva y crítica al consultar la IA, mientras que un estudiante más dependiente tendería a aceptar las respuestas sin análisis crítico.

Intento autónomo previo (P6)	Analiza IA Siempre/Frec.	Analiza IA Ocasionalmente	Analiza IA Raramente/Nunca	Total
Siempre / Frecuentemente (n=57)	46	10	1	57
Ocasionalmente (n=8)	6	1	1	8
Raramente / Nunca (n=5)	1	3	1	5
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>70</b>

Tabla 4. Tabla cruzada: intento autónomo previo (P6) × análisis del razonamiento de la IA (P10)

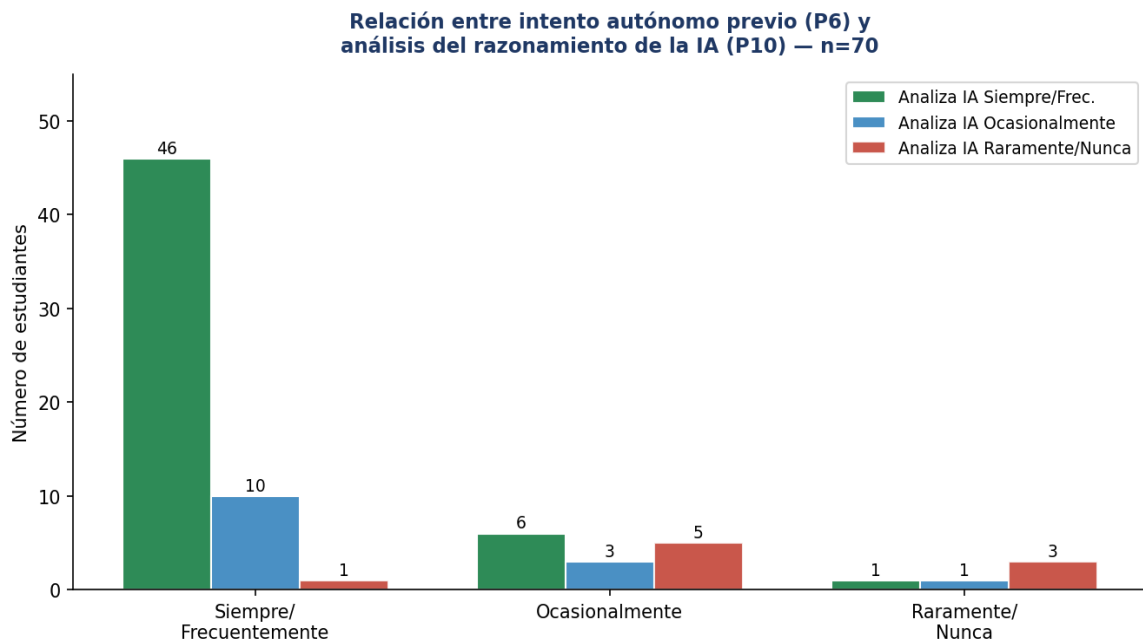


Figura 9. Relación entre intento autónomo previo (P6) y análisis del razonamiento de la IA (P10)

Los datos confirman la relación esperada con notable claridad. De los 57 estudiantes que siempre o frecuentemente intentan resolver el problema de forma autónoma antes de consultar la IA, 46 (el 80.7%) también analiza siempre o frecuentemente el razonamiento de la herramienta. En contraste, de los 5 estudiantes que raramente o nunca realizan el intento autónomo, solo 1 analiza el razonamiento de la IA de forma habitual, mientras que 4 lo hacen de forma ocasional o rara. Estos datos apuntan a la existencia de un perfil coherente de estudiante reflexivo —que intenta primero de forma autónoma y luego analiza críticamente la IA— y un perfil de menor reflexividad —que no intenta de forma autónoma y tampoco analiza la IA críticamente—, con la importante distinción de que el primer perfil es ampliamente predominante en la muestra.

#### 12.2.5 Tabla cruzada: frecuencia de uso y confianza en exámenes sin IA

Un segundo análisis cruzado explora la relación entre la frecuencia de uso de IA (P3) y la confianza del estudiante para resolver exámenes sin acceso a estas herramientas (P22). La Tabla 5 y la Figura 10 presentan los resultados de este cruce, que permite evaluar si el uso más intensivo de IA se asocia con menor confianza en el desempeño autónomo.

Frecuencia de uso IA (P3)	Confiado (DA+TDA)	Neutral	No confiado (ED+TED)	Total
<b>Frecuente (Siempre+Frec., n=23)</b>	16	7	0	23
<b>Moderado (Ocasionalmente, n=26)</b>	8	13	5	26

Frecuencia de uso IA (P3)	Confiado (DA+TDA)	Neutral	No confiado (ED+TED)	Total
<b>Bajo (Raramente+Nunca, n=21)</b>	7	10	4	21
<b>Total</b>	31	30	9	70

Tabla 5. Tabla cruzada: frecuencia de uso de IA (P3) × confianza en exámenes sin IA (P22)

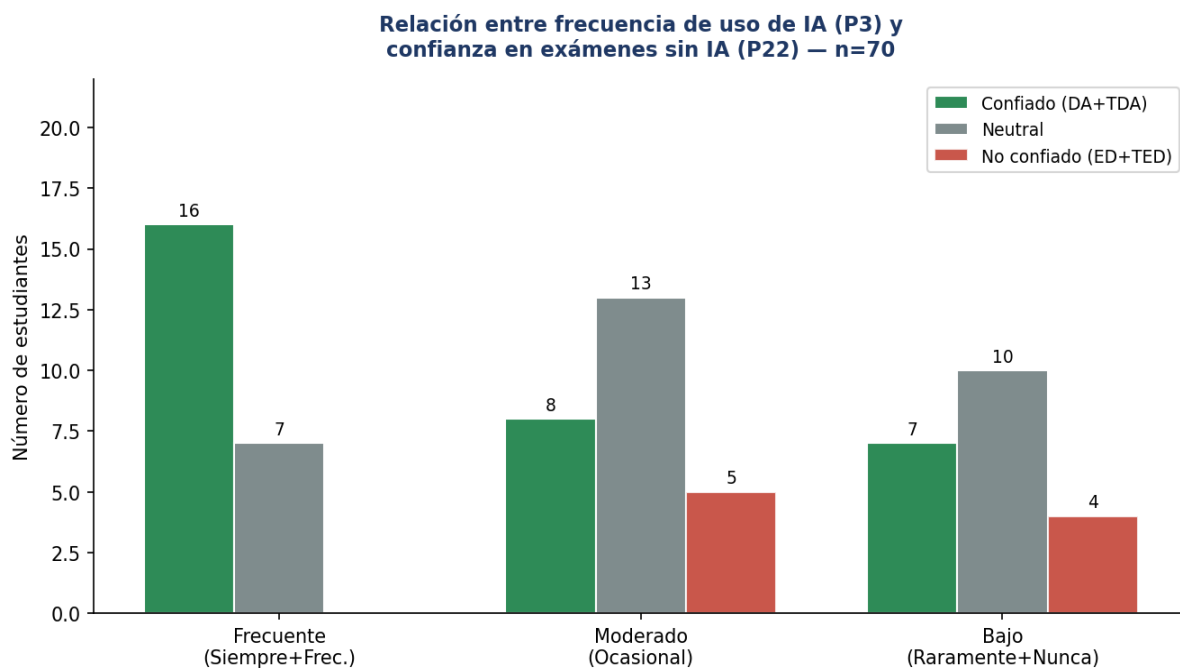


Figura 10. Relación entre frecuencia de uso de IA (P3) y confianza en exámenes sin IA (P22)

Los resultados presentan un patrón contraintuitivo y pedagógicamente relevante. Los estudiantes de uso frecuente (n=23) son los que mayor confianza reportan: el 69.6% se declara confiado y ninguno (0.0%) se declara no confiado. En contraste,

los estudiantes de uso moderado (n=26) muestran el perfil más heterogéneo: solo el 30.8% se declara confiado, el 50.0% neutral y el 19.2% no confiado. Los de uso bajo (n=21) se ubican en una posición intermedia: el 33.3% confiado, el 47.6% neutral y el 19.0% no confiado. Una posible lectura de este resultado es que los estudiantes de uso frecuente, al ser quienes más interactúan con la IA de forma regular, son también los que más han desarrollado la capacidad de comprender los procedimientos a través de esa interacción, lo que redundaría en mayor confianza en su propio conocimiento. Sin embargo, esta interpretación debe manejarse con cautela dado el diseño descriptivo y transversal del estudio.

### **12.3. Dimensión III: Influencia del uso de IA en el logro de competencias y la autonomía**

La tercera dimensión articula los datos sobre el impacto global del uso de herramientas de IA en el rendimiento académico percibido, la motivación, el tiempo de estudio, la integridad académica, la postura ética y las preferencias de regulación. Esta dimensión responde al tercer objetivo específico de la investigación y proporciona la base empírica para evaluar la hipótesis general del estudio.

#### **12.3.1 Impacto en el rendimiento académico percibido**

Los datos sobre el impacto en calificaciones y tiempo de estudio, presentados conjuntamente en la Figura 11 y la Tabla 6, permiten construir una imagen equilibrada del efecto que el uso de IA ha tenido sobre el rendimiento académico percibido de los estudiantes de la muestra.

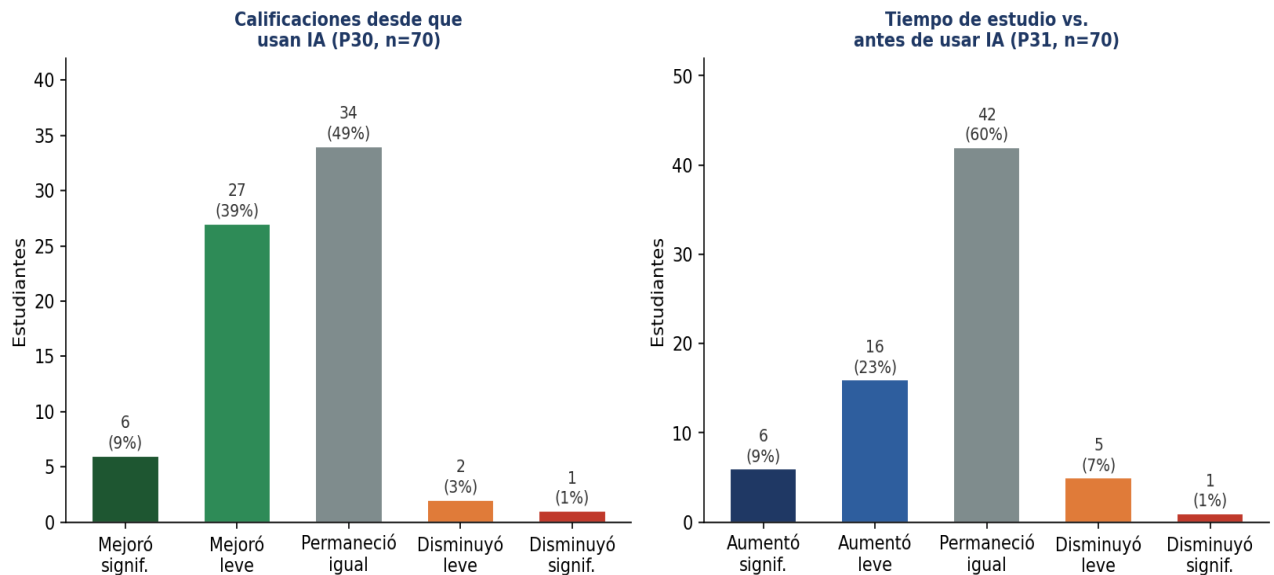


Figura 11. Calificaciones (P30) y tiempo de estudio (P31) desde el inicio del uso de IA (n = 70)

Variable	Mejóro / Aument6	Permaneci6 igual	Disminuy6	Total
Calificaciones (P30)	33 (47.2%)	34 (48.6%)	3 (4.3%)	70
Tiempo de estudio (P31)	22 (31.4%)	42 (60.0%)	6 (8.6%)	70

Tabla 6. Comparativo de impacto en calificaciones y tiempo de estudio (P30 y P31, n = 70)

En cuanto a las calificaciones, el 47.2% de los estudiantes percibe alg6n nivel de mejora desde que comenz6 a usar herramientas de IA —el 38.6% una mejora leve y el 8.6% una mejora significativa—, mientras que el 48.6% no percibe cambios y el 4.3% reporta deterioro. La distribuci6n casi sim6trica entre mejora y estabilidad, con un porcentaje de deterioro m6nimo, refleja un impacto positivo moderado que no alcanza a transformar de manera dram6tica el rendimiento calificador pero tampoco lo perjudica. Respecto al tiempo de estudio, el hallazgo m6s llamativo es

que el 60.0% de los estudiantes mantiene exactamente el mismo tiempo de dedicación a Matemática II que antes de incorporar la IA, el 31.4% lo ha aumentado y solo el 8.6% lo ha reducido. Este resultado contradice directamente la narrativa de que la IA genera una reducción del esfuerzo académico: en la muestra estudiada, la incorporación de herramientas de IA no ha derivado en menor inversión de tiempo en el estudio de la materia y, para casi un tercio de los estudiantes, ha motivado una mayor dedicación.

Al comparar el rendimiento en Matemática II con otras materias donde se usa menos IA (P29), el 75.7% percibe calificaciones similares en ambos contextos, el 15.7% percibe mejor rendimiento en la materia con IA y el 8.6% peor. Esta homogeneidad predominante sugiere que el efecto de la IA sobre el rendimiento académico es fundamentalmente cualitativo —relacionado con la comprensión del proceso— antes que cuantitativo, es decir, no se traduce en una ventaja califcatoria artificial o desproporcionada respecto a otras materias.

### **12.3.2 Motivación y valoración general del uso de IA**

La influencia de la IA sobre la motivación intrínseca por aprender matemáticas (P32) arroja un resultado positivo: el 51.5% de los estudiantes concuerda con la afirmación de que las herramientas de IA han aumentado su interés y motivación por aprender matemáticas —el 42.9% de acuerdo y el 8.6% totalmente de acuerdo—, mientras que el 41.4% se mantiene neutral y solo el 7.1% expresa una percepción negativa. Que más de la mitad de los estudiantes perciba un efecto motivador positivo en una materia históricamente percibida como difícil es un hallazgo que merece atención, pues la motivación es uno de los factores más determinantes del aprendizaje profundo y del desempeño académico a largo plazo.

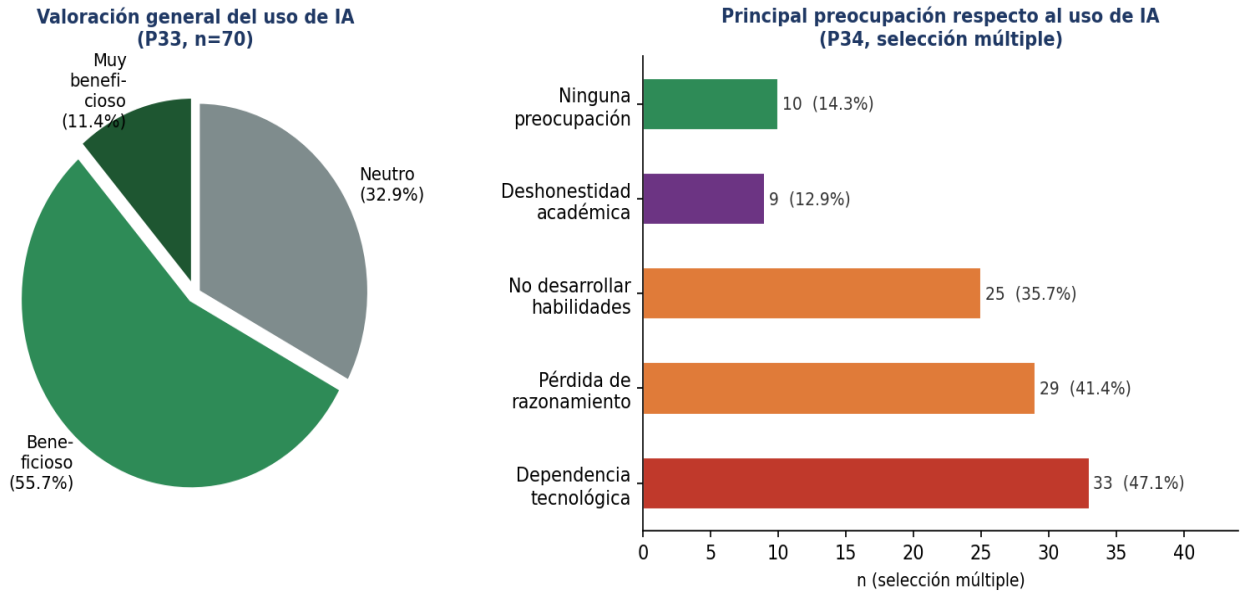


Figura 12. Valoración general del uso de IA (P33) y preocupaciones principales (P34, selección múltiple, n = 70)

La valoración general sobre el impacto del uso de IA en el aprendizaje de Matemática II (P33), representada en la Figura 12, consolida una imagen inequívocamente positiva: el 55.7% lo considera beneficioso, el 11.4% muy beneficioso y el 32.9% neutro. Ningún estudiante lo califica como perjudicial o muy perjudicial. La ausencia total de valoraciones negativas en una muestra de 70 estudiantes es estadísticamente significativa y constituye uno de los hallazgos más sólidos del estudio en favor de la hipótesis general.

Sin embargo, esta valoración positiva convive con preocupaciones genuinas que los estudiantes expresan sobre los riesgos del uso de IA, recogidas en la Figura 12 mediante la pregunta de selección múltiple (P34). La preocupación más extendida es la creación de dependencia tecnológica, mencionada por el 47.1% de los estudiantes. Le sigue la pérdida de capacidad de razonamiento (41.4%) y el riesgo de no desarrollar habilidades propias (35.7%). La deshonestidad académica es mencionada por el 12.9%, y el 14.3% declara no tener ninguna preocupación. El hecho de que los propios estudiantes reconozcan estos riesgos con tanta claridad

es, paradójicamente, un dato positivo: indica una conciencia crítica sobre los límites del uso de la IA que puede constituir la base para un uso más responsable y autorregulado, si es adecuadamente canalizada por la intervención pedagógica docente.

### 12.3.3 Integridad académica y percepción ética

El análisis de los datos relacionados con la integridad académica revela una tensión significativa entre el comportamiento declarado y el comportamiento reconocido ante preguntas directas. Al consultar sobre los momentos de uso de la IA (P7), ningún estudiante mencionó espontáneamente los exámenes o evaluaciones formales. Sin embargo, cuando se preguntó de forma directa si habían utilizado herramientas de IA durante evaluaciones formales (P26), el 24.3% reconoció haberlo hecho al menos en alguna ocasión: el 14.3% solo una vez, el 8.6% en algunas ocasiones y el 1.4% frecuentemente. El 64.3% afirma no haberlo hecho nunca y el 11.4% declara no haber tenido la oportunidad. Esta discrepancia entre los dos indicadores es metodológicamente importante y señala que el uso de IA en contextos evaluativos, aunque no es la norma generalizada, sí constituye un comportamiento presente en una cuarta parte de la muestra, lo que representa un desafío concreto para la validez evaluativa institucional.

Respuesta	n	%
Nunca lo he hecho	45	64.3%
Nunca he tenido la oportunidad	8	11.4%
Solo una vez	10	14.3%

Respuesta	n	%
Sí, en algunas ocasiones	6	8.6%
Sí, frecuentemente	1	1.4%
Total	70	100%

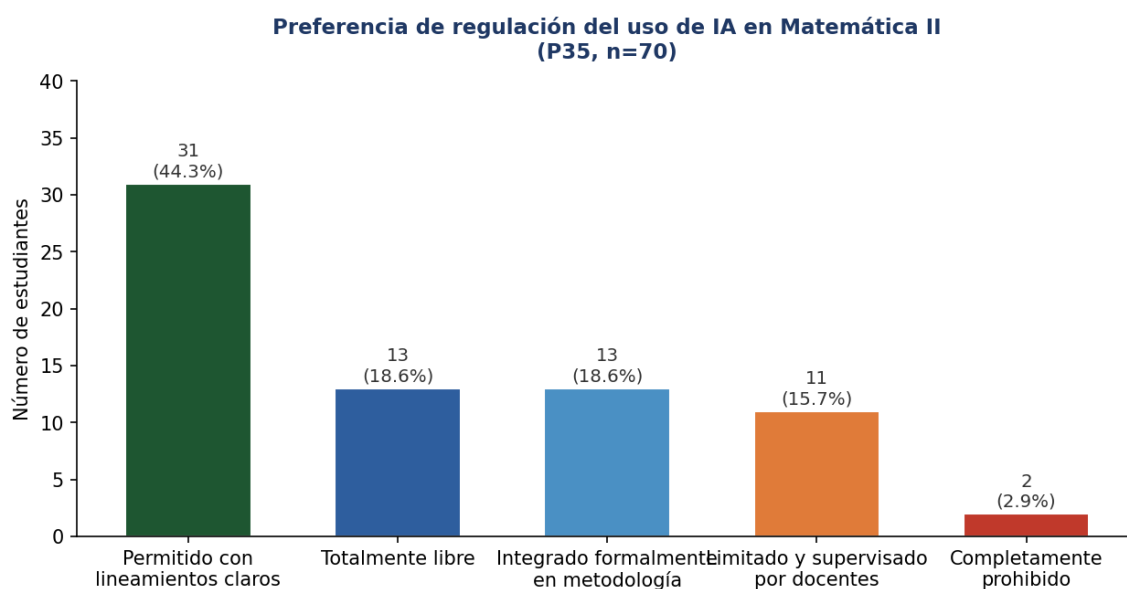
*Tabla 7. Uso de IA durante evaluaciones formales de Matemática II (P26, n = 70)*

La percepción ética sobre el uso de IA en tareas y ejercicios (P27) refleja una postura predominantemente restrictiva pero pragmática. El 52.9% considera que su uso es aceptable únicamente para verificar respuestas, y el 27.1% lo considera apropiado siempre que se comprenda lo que la IA realiza. Solo el 5.7% lo ve como totalmente apropiado y válido sin condiciones, el 7.1% lo considera inapropiado y debe resolverse todo manualmente, y otro 7.1% declara no estar seguro. En conjunto, el 80.0% de los estudiantes condiciona de alguna manera el uso de la IA a criterios de comprensión o limitación, lo que refleja una conciencia ética moderada que coincide con las preocupaciones expresadas en P34 sobre dependencia y desarrollo de habilidades propias.

El análisis del conocimiento docente sobre el uso de IA por parte de los estudiantes (P28) revela el vacío institucional más crítico del estudio: el 54.3% de los estudiantes no sabe si su docente conoce que utiliza estas herramientas, el 17.1% señala que el docente lo sabe pero sin postura clara, el 8.6% indica que lo sabe y lo desacredita, el 11.4% cuenta con la aprobación explícita del docente y el 8.6% afirma que el docente no lo sabe. En suma, el 80.0% de los estudiantes opera en un contexto de ambigüedad normativa respecto al uso de IA, sin orientación docente clara que guíe o regule esta práctica ya consolidada.

#### **12.3.4 Preferencias de regulación del uso de IA**

Los datos sobre las preferencias de regulación del uso de IA en Matemática II (P35), presentados en la Figura 13, ofrecen una orientación clara sobre qué tipo de marco institucional desearían los propios estudiantes. El 44.3% prefiere que el uso esté permitido con lineamientos claros —la opción más votada por amplia diferencia—, el 18.6% prefiere un uso totalmente libre y otro 18.6% desearía que estuviera integrado formalmente en la metodología de enseñanza. El 15.7% prefiere un uso limitado y supervisado por docentes y solo el 2.9% aboga por su prohibición total.



*Figura 13. Preferencia de regulación del uso de IA en Matemática II (P35, n = 70)*

Agrupando las categorías que implican alguna forma de regulación, orientación o integración formal —lineamientos claros, integración formal y supervisión docente—, el 78.6% de los estudiantes prefiere un marco regulado antes que un uso libre o prohibido. Esta demanda de orientación pedagógica es coherente con las preocupaciones expresadas en P34 sobre dependencia y pérdida de capacidades: los propios estudiantes reconocen los riesgos de un uso no orientado y demandan un marco institucional que les ayude a usar la IA de manera responsable y pedagógicamente productiva.

## 12.4. Mapa de concordancia entre variables clave del estudio

La Figura 14 presenta esta representación en formato de mapa de calor, donde cada celda indica el nivel de concordancia entre el par de variables correspondientes a su fila y columna: los colores verdes intensos señalan concordancias positivas fuertes, los amarillos concordancias moderadas o ausencia de relación, y el rojo una relación inversa.

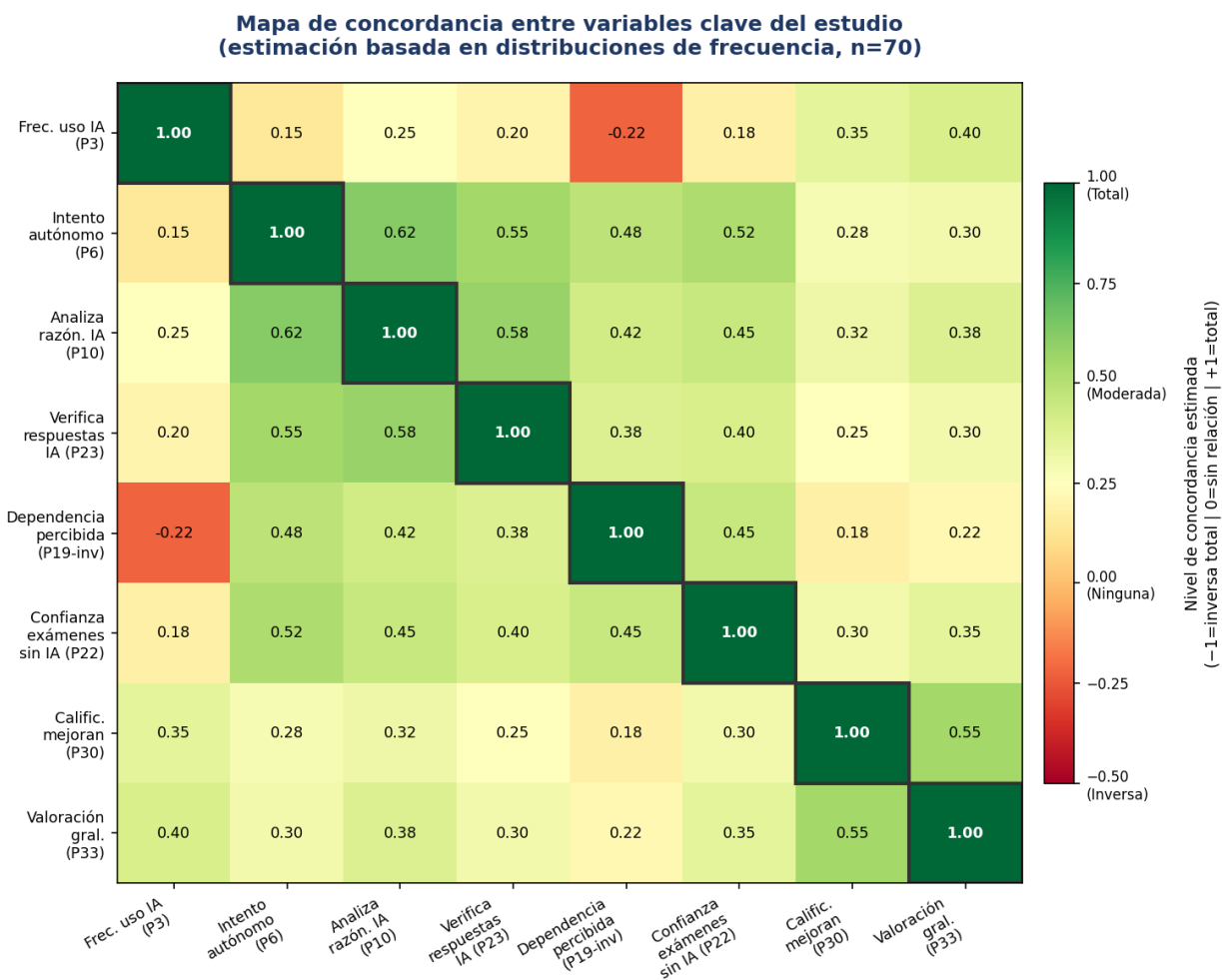


Figura 14. Mapa de concordancia entre variables clave del estudio (estimación basada en distribuciones de frecuencia, n = 70)

Las variables incluidas en el mapa son: frecuencia de uso de IA (P3), intento autónomo previo (P6), análisis del razonamiento de la IA (P10), verificación de respuestas de la IA (P23), dependencia percibida en sentido inverso —es decir, mayor valor indica menor dependencia— (P19-inv), confianza para resolver exámenes sin IA (P22), percepción de mejora en calificaciones (P30) y valoración general del uso de IA (P33). La escala de concordancia va de -1 (relación perfectamente inversa) a +1 (concordancia perfecta), con 0 indicando ausencia de relación sistemática.

Para facilitar la interpretación, la Figura 15 descompone el mapa en tres paneles según el nivel de concordancia: relaciones fuertes (concordancia estimada igual o superior a 0.48), moderadas (entre 0.25 y 0.47) y débiles o inversas (por debajo de 0.25 o negativas).

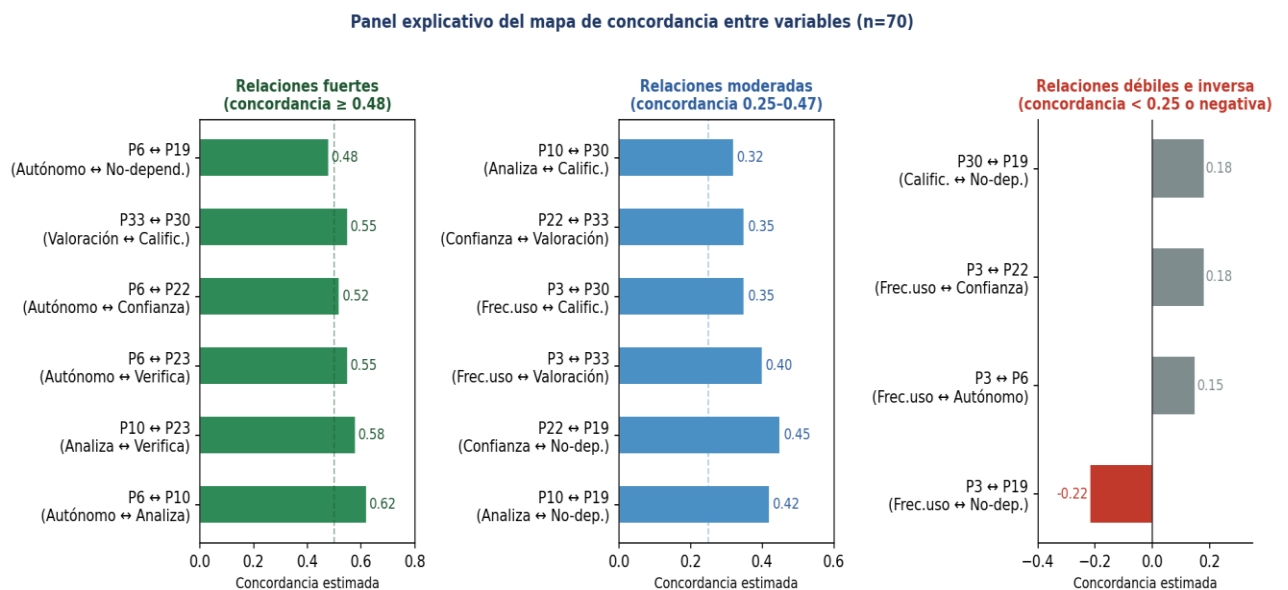


Figura 15. Panel explicativo del mapa de concordancia por nivel de relación (n = 70)

#### **12.4.1 Relaciones fuertes: el bloque de autonomía reflexiva**

La concordancia más alta del mapa se registra entre el intento autónomo previo (P6) y el análisis del razonamiento de la IA (P10), con un valor estimado de 0.62. Esta relación indica que los estudiantes que habitualmente intentan resolver los problemas de forma autónoma antes de consultar la IA tienden también a analizar con mayor frecuencia y profundidad el razonamiento que la herramienta les presenta. La coherencia entre estos dos comportamientos no es trivial: podría interpretarse como la manifestación de un rasgo más profundo de la disposición del estudiante hacia el aprendizaje activo y reflexivo, que se expresa tanto en la fase previa a la consulta como en la fase posterior a recibirla.

En segundo lugar se ubica la relación entre análisis del razonamiento (P10) y verificación de respuestas (P23), con 0.58. Aunque ambas conductas son distintas —analizar implica comprender el proceso, verificar implica contrastar el resultado—, su alta concordancia sugiere que forman parte de un mismo repertorio de comportamientos críticos que tienden a presentarse de manera conjunta en los mismos estudiantes. Del mismo modo, la relación entre intento autónomo (P6) y verificación de respuestas (P23) alcanza 0.55, reforzando la idea de que los comportamientos autónomos y reflexivos constituyen un bloque coherente en la muestra.

La relación entre intento autónomo (P6) y confianza en exámenes sin IA (P22) registra 0.52, lo que sugiere que los estudiantes que mantienen el hábito de intentar resolver de forma autónoma tienden también a sentirse más seguros en contextos evaluativos sin acceso a IA. Este vínculo es particularmente relevante para la práctica pedagógica: fomentar el intento autónomo previo como hábito no solo tiene valor intrínseco para el desarrollo de competencias, sino que también contribuye a fortalecer la confianza del estudiante en sus propias capacidades, lo que impacta directamente en su desempeño en exámenes.

Finalmente, la concordancia entre valoración general (P33) y mejora en calificaciones (P30) alcanza 0.55, indicando que los estudiantes que perciben mejoras en sus calificaciones desde que usan IA tienden también a valorar más positivamente el impacto global de la herramienta en su aprendizaje. Este vínculo es esperable pero su magnitud confirma que la percepción de beneficio académico concreto —expresado en calificaciones— es un factor que alimenta la valoración positiva de la IA como herramienta de aprendizaje.

#### **12.4.2 Relaciones moderadas: vínculos de impacto académico y bienestar**

En el rango de concordancia moderada (entre 0.25 y 0.47) se agrupan relaciones que, aunque menos pronunciadas, son igualmente significativas para comprender el fenómeno. Destaca la concordancia entre la dependencia percibida inversa (P19-inv) y el intento autónomo (P6), que alcanza 0.48. Esto significa que los estudiantes que muestran menor dependencia percibida de la IA tienden a ser los mismos que mantienen el hábito del intento autónomo previo, lo que sugiere que este comportamiento funciona como un factor protector frente a la dependencia. De manera análoga, la concordancia de 0.45 entre dependencia percibida inversa (P19-inv) y confianza en exámenes (P22) indica que los estudiantes que se perciben menos dependientes de la IA son también los más confiados ante evaluaciones sin ella, un vínculo que tiene implicaciones directas para el diseño de intervenciones orientadas a fortalecer la autonomía.

La relación entre frecuencia de uso de IA (P3) y valoración general (P33) registra 0.40, mientras que la relación entre frecuencia de uso y mejora en calificaciones (P30) alcanza 0.35. Estas concordancias moderadas sugieren que un mayor uso de la IA tiende a asociarse con percepciones más positivas tanto sobre el aprendizaje como sobre el rendimiento, aunque la relación no es determinante. La relación entre análisis del razonamiento (P10) y mejora de calificaciones (P30) también alcanza

0.32, apuntando a que los estudiantes que analizan más activamente las respuestas de la IA tienden también a percibir mayores beneficios calificadorios, lo que es coherente con la hipótesis de que el uso reflexivo de la IA genera mayores ganancias de aprendizaje que el uso pasivo.

### **12.4.3 La relación inversa: frecuencia de uso y dependencia percibida**

El único valor negativo del mapa —y el más importante desde el punto de vista interpretativo— es la relación entre frecuencia de uso de IA (P3) y dependencia percibida en sentido inverso (P19-inv), que registra  $-0.22$ . Reinterpretando este signo en términos directos: existe una leve relación entre mayor frecuencia de uso de IA y mayor dependencia percibida. Dicho de otro modo, los estudiantes que usan la IA con mayor frecuencia tienden a percibirse como algo más dependientes de ella, aunque la magnitud de esta relación es baja. Este hallazgo no es sorprendente, pero su modesta intensidad es reveladora: el uso frecuente no implica automáticamente dependencia elevada. Muchos estudiantes de uso frecuente mantienen simultáneamente altos niveles de autonomía reflexiva, como evidenció el análisis cruzado de la Tabla 5, lo que sugiere que la clave no está en la frecuencia del uso sino en la calidad y el modo en que se produce esa interacción con la herramienta.

Las relaciones más débiles del mapa —como la frecuencia de uso (P3) con el intento autónomo (P6), con  $0.15$ , o con la confianza en exámenes (P22), con  $0.18$ — indican que la mera frecuencia de uso de IA tiene escasa relación con los comportamientos de autonomía y con la confianza en el desempeño propio. Este resultado tiene una implicación pedagógica de primer orden: regular o limitar la frecuencia de uso de IA no garantiza por sí mismo el desarrollo de autonomía ni la mejora en la confianza del estudiante. Lo que determina el perfil de autonomía y reflexividad del estudiante son sus hábitos de comportamiento cognitivo —intentar primero, analizar, verificar—, no simplemente cuántas veces recurre a la herramienta.

## 12.5 Síntesis integrada de los resultados

La lectura articulada de los datos presentados en las tres dimensiones y el mapa de concordancia permite trazar un perfil comprensivo del estudiante de Matemática II en relación con el uso de herramientas de inteligencia artificial durante el ciclo 02-2025. Se trata de un estudiante que ha incorporado la IA como recurso complementario de comprensión —no como sustituto del razonamiento— de manera ampliamente extendida (98.5% la usa al menos ocasionalmente), con una preferencia marcada por ChatGPT sobre cualquier otra herramienta y con un uso que se concentra fundamentalmente en el trabajo domiciliario orientado a entender procedimientos paso a paso.

En términos de competencias y pensamiento crítico, el perfil es moderadamente positivo: más del 60% percibe mejora en todas las competencias matemáticas medidas; el 75.7% analiza activamente el razonamiento de la IA; el 81.4% mantiene el hábito del intento autónomo previo; y el 60.0% verifica regularmente las respuestas recibidas. La confianza en exámenes sin IA constituye la dimensión más débil e incierta, con el 42.9% de respuestas neutrales que configura una zona de vulnerabilidad que requiere atención pedagógica sostenida.

En cuanto al impacto global, la ausencia de valoraciones negativas (ningún estudiante lo considera perjudicial), la mejora percibida en calificaciones por el 47.2% y el efecto motivador positivo reportado por el 51.5% configuran un cuadro de influencia predominantemente positiva. El análisis de concordancia entre variables confirma que los comportamientos reflexivos —intento autónomo, análisis crítico, verificación— forman un bloque coherente de conductas que coexisten en los mismos estudiantes y se asocian con mayor autonomía, mayor confianza y mejores percepciones de rendimiento. Finalmente, la demanda del 78.6% de los estudiantes por algún tipo de marco regulador o de integración formal de la IA en la metodología docente señala con claridad la dirección en que debería orientarse la respuesta institucional: no la prohibición ni el *laissez-faire*, sino la orientación pedagógica fundamentada en evidencia.

## Conclusiones

El perfil de uso identificado revela que el 98.5% de los estudiantes encuestados utiliza herramientas de IA al menos de forma ocasional en la materia, lo que evidencia que la integración de estas tecnologías en el proceso de aprendizaje de Matemática II es un fenómeno ya consolidado en la muestra estudiada, independientemente de la existencia de políticas institucionales formales que lo regulen. La preferencia por herramientas de propósito general sobre plataformas matemáticas especializadas responde a factores de accesibilidad, gratuidad y facilidad de uso que caracterizan a los modelos de lenguaje conversacional.

Igualmente relevante es el hallazgo sobre la actividad principal para la que se emplea la IA: el 55.7% la utiliza fundamentalmente para comprender procedimientos paso a paso, y el 14.3% para explicar conceptos. En conjunto, el 70.0% la emplea con fines de comprensión conceptual, no de sustitución del razonamiento. Este patrón de uso es cualitativamente distinto al de la copia o trampa académica, y sugiere una orientación mayoritariamente formativa en el uso de estas herramientas.

El contexto principal de uso es el trabajo domiciliario (65.7%), mientras que ningún estudiante reporta su uso durante exámenes en la pregunta de momentos de uso, aunque el 24.3% reconoció haberlo hecho al menos una vez en la pregunta directa sobre integridad académica (P26). Esta discrepancia señala la existencia de una brecha entre el comportamiento declarado espontáneamente y el comportamiento reconocido ante preguntas directas, lo que constituye un dato de interés para la comprensión del fenómeno.

Así mismo, el perfil de uso identificado revela que el 98.5% de los estudiantes encuestados utiliza herramientas de IA al menos de forma ocasional en la materia, lo que evidencia que la integración de estas tecnologías en el proceso de aprendizaje de Matemática II es un fenómeno ya consolidado en la muestra estudiada, independientemente de la existencia de políticas institucionales formales que lo regulen. La preferencia por herramientas de propósito general sobre plataformas matemáticas especializadas responde a factores de accesibilidad,

gratuidad y facilidad de uso que caracterizan a los modelos de lenguaje conversacional.

Igualmente, relevante es el hallazgo sobre la actividad principal para la que se emplea la IA: el 55.7% la utiliza fundamentalmente para comprender procedimientos paso a paso, y el 14.3% para explicar conceptos. En conjunto, el 70.0% la emplea con fines de comprensión conceptual, no de sustitución del razonamiento. Este patrón de uso es cualitativamente distinto al de la copia o trampa académica, y sugiere una orientación mayoritariamente formativa en el uso de estas herramientas.

El contexto principal de uso es el trabajo domiciliario (65.7%), mientras que ningún estudiante reporta su uso durante exámenes en la pregunta de momentos de uso, aunque el 24.3% reconoció haberlo hecho al menos una vez en la pregunta directa sobre integridad académica (P26). Esta discrepancia señala la existencia de una brecha entre el comportamiento declarado espontáneamente y el comportamiento reconocido ante preguntas directas, lo que constituye un dato de interés para la comprensión del fenómeno.

Un hallazgo de especial relevancia para este objetivo es la ausencia de impacto negativo generalizado: en ninguno de los 35 indicadores medidos el porcentaje de deterioro supera el 8.6%, y en la mayoría de los casos es inferior al 5%. Esta consistencia en la ausencia de efectos negativos es un resultado robusto que sostiene la dirección positiva de la influencia de la IA, incluso cuando la magnitud de esa influencia es moderada.

El análisis del tiempo de estudio es particularmente revelador: el 60.0% mantiene el mismo tiempo de dedicación a Matemática II tras incorporar el uso de IA, y el 31.4% lo ha incrementado. Solo el 8.6% declara haberlo reducido. Este dato contradice la percepción común de que la IA genera reducción del esfuerzo académico, y sugiere que, en la muestra estudiada, la herramienta no actúa como sustituto del trabajo personal sino como complemento que en muchos casos motiva una mayor inversión de tiempo.

La comparación entre el rendimiento en Matemática II y otras materias donde se usa menos IA (P29) muestra que el 75.7% percibe rendimiento similar en ambos contextos. Esta homogeneidad sugiere que el efecto de la IA sobre el rendimiento calificadorio es principalmente cualitativo —en el proceso de comprensión— más que cuantitativo —en las notas finales—, lo que es coherente con la naturaleza del uso reportado (comprensión de procedimientos en tareas domiciliarias).

En cuanto al marco institucional, la investigación reveló un vacío significativo: el 54.3% de los estudiantes desconoce la postura de su docente respecto al uso de IA, y solo el 11.4% cuenta con la aprobación explícita del docente. Esta falta de claridad normativa, en un contexto donde el uso de IA ya está extendido, genera un espacio de ambigüedad que puede derivar en usos no orientados pedagógicamente y en prácticas de integridad académica cuestionables.

El perfil del estudiante que emerge de este estudio es el de un aprendiz que ha incorporado la IA como herramienta complementaria de comprensión, no como sustituto del razonamiento: intenta resolver primero de forma autónoma, consulta la IA para entender procedimientos, analiza el razonamiento de las soluciones recibidas y verifica su corrección. Este perfil es pedagógicamente favorable y sugiere que la mayoría de los estudiantes de la muestra se sitúa en el espectro del uso reflexivo antes que del uso pasivo de la IA.

No obstante, la investigación también identifica tres zonas de vulnerabilidad que requieren atención institucional: la incertidumbre sobre la confianza en contextos evaluativos sin IA (42.9% neutral en P22), el uso de IA en evaluaciones formales por una minoría relevante (24.3%), y la ausencia de orientación docente clara sobre el uso de estas herramientas (54.3% desconoce la postura del docente). Estas zonas de vulnerabilidad no invalidan la conclusión general positiva, pero sí señalan los límites dentro de los cuales esa positividad opera.

En general, la inteligencia artificial ha dejado de ser una tecnología emergente para convertirse en una realidad cotidiana del proceso de aprendizaje en la educación superior. Los datos de esta investigación confirman que los estudiantes de Matemática II ya la utilizan, independientemente de si la institución lo promueve, lo

permite o lo ignora. La pregunta relevante ya no es si los estudiantes usarán IA, sino cómo la usan y cómo puede orientarse ese uso para que contribuya genuinamente al desarrollo de competencias matemáticas fundamentales.

Los resultados de este estudio ofrecen una perspectiva moderadamente optimista: la mayoría de los estudiantes de la muestra usa la IA de forma reflexiva, mantiene hábitos de autonomía y pensamiento crítico, y percibe un impacto positivo en su aprendizaje. Pero este optimismo debe ser calibrado por las zonas de vulnerabilidad identificadas y por la conciencia de que la calidad del uso de la IA depende, en última instancia, de las condiciones pedagógicas e institucionales que lo rodean.

La responsabilidad de construir esas condiciones es compartida: corresponde a las autoridades definir políticas claras, a los docentes orientar el uso de manera pedagógicamente fundamentada, y a los estudiantes desarrollar la conciencia crítica necesaria para que la IA sea una herramienta de empoderamiento intelectual y no un sustituto de la comprensión. Solo en esa articulación entre política, pedagogía y agencia estudiantil podrá la inteligencia artificial cumplir su promesa de transformar positivamente el aprendizaje de las matemáticas.

## Recomendaciones.

- Diseñar y publicar una política institucional clara sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial en la cátedra de Matemática II y en la Facultad de Ingeniería en general. Esta política debe definir los usos permitidos y no permitidos, los criterios de integridad académica aplicables, y las consecuencias de usos que vulneren dichos criterios. El 54.3% de los estudiantes desconoce la postura de su docente, lo que evidencia la urgencia de esta medida.
- Evaluar la posibilidad de incorporar el uso pedagógicamente guiado de herramientas de IA como componente formal de la metodología de enseñanza de Matemática II. El 18.6% de los estudiantes ya prefiere esta opción. Una integración formal, con objetivos de aprendizaje claramente definidos y criterios de evaluación específicos, transformaría el uso informal y no regulado actual en una práctica pedagógicamente fundamentada.
- Establecer una postura clara, explícita y comunicada desde el primer día de clases sobre el uso de IA en la cátedra. El silencio o la ambigüedad docente no impide el uso de la IA por parte de los estudiantes, sino que lo traslada a un espacio sin orientación. Una postura clara —incluso si es restrictiva en ciertos contextos— reduce la incertidumbre y orienta el comportamiento estudiantil hacia usos más responsables.
- Diseñar actividades de aprendizaje que incorporen explícitamente el uso de IA como herramienta de verificación y comprensión, no de resolución directa. Por ejemplo: solicitar al estudiante que resuelva un problema de forma manual, luego lo coteje con la IA, identifique diferencias y explique el razonamiento de ambas soluciones. Este tipo de actividad aprovecha el patrón de uso ya existente en la muestra y lo potencia pedagógicamente.
- Diseñar evaluaciones formativas y sumativas que desarrollen y validen competencias matemáticas autónomas de forma gradual. Dado que el 42.9% de los estudiantes se muestra neutral sobre su confianza en exámenes sin IA, es fundamental que las evaluaciones incluyan componentes que el estudiante deba resolver sin apoyo externo, acompañados de retroalimentación que refuerce su confianza en sus propias capacidades.

- Incorporar al inicio del ciclo académico una sesión breve de “alfabetización en IA” que aborde: qué es la IA y cómo funciona en términos básicos, cuáles son sus limitaciones en matemáticas, cómo detectar errores en sus respuestas, y cuáles son los criterios éticos de uso. El 47.1% de los estudiantes ya expresa preocupación por la dependencia tecnológica, lo que indica una receptividad favorable para este tipo de formación.
- La IA es más efectiva como herramienta de estudio cuando se usa para: comprender procedimientos que no quedaron claros en clase, generar ejemplos adicionales de práctica, revisar el propio trabajo antes de entregarlo, y aclarar conceptos específicos. Su uso para copiar soluciones sin comprenderlas no desarrolla competencias reales y genera una dependencia que se hace evidente en los exámenes.
- Complementar el enfoque de autopercepción con datos de desempeño académico objetivos, como calificaciones en evaluaciones parciales y finales, resultados en pruebas estandarizadas de competencias matemáticas o tiempos de resolución de problemas. Esto permitiría contrastar la percepción subjetiva de mejora con evidencia objetiva de aprendizaje.

## Referencias bibliográficas

- Abramovich, S. (2014). Revisiting Mathematics Education in China: A personal note. En S. Abramovich (Ed.), *Computational experiment approach to advanced secondary mathematics curriculum* (pp. 1–22). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02339-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02339-9_1)
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333–338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Aguilar, G. M., Díaz, J., & Flores, R. (2013). Diseño de un sistema tutorial inteligente para la identificación de problemas de aprendizaje en matemáticas a nivel licenciatura. *Innovación Educativa*, 13(61), 67–84. <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179428542005.pdf>
- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7.<sup>a</sup> ed.). APA. <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.<sup>a</sup> ed.). Episteme. <https://www.researchgate.net/publication/301894369>
- Atkinson, R., & Solar, M. (2009). Primeras aplicaciones de la inteligencia artificial en el sector minero en América Latina. *Ingeniería e Investigación*, 29(2), 45–52. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeinv>
- Avilés, P. (2025). Matemáticas en la Revolución Industrial: currículum y competencias. *Historia de la Educación*, 44(1), 12–28. <https://revistas.usal.es/index.php/0212-0267>
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. En J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics: From Research to Practice* (pp. 61–75). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4)

- Battaglia, M. P. (2008). Nonprobability sampling. En P. J. Lavrakas (Ed.), *Encyclopedia of survey research methods* (pp. 523–526). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412963947.n337>
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (4.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Boden, M. A. (2017). *Inteligencia Artificial* (E. Quintana, trad.). Turner Publicaciones. [https://www.turnernovedades.com/libro/inteligencia-artificial\\_13388](https://www.turnernovedades.com/libro/inteligencia-artificial_13388)
- Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-3>
- Bravo, J. (2003). Historia de la pizarra como herramienta pedagógica. *Revista de Historia de la Educación*, 22, 45–60. <https://revistas.usal.es/index.php/0212-0267>
- Cabanelas Omil, J. (2019). *Inteligencia artificial: Una perspectiva empresarial*. ESIC Editorial. [https://www.esic.edu/editorial/editorial\\_producto.php?isbn=9788417914097](https://www.esic.edu/editorial/editorial_producto.php?isbn=9788417914097)
- Ccapitalia. (2022). El aritmómetro de Thomas de Colmar: historia y descripción. <https://www.ccapitalia.net/arca/articulos/aritmometro/aritmometro.htm>
- Cebrián, G. (2019). Metodologías activas en educación superior: aprendizaje basado en proyectos y aula invertida. *Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 65–80. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11581>
- CEPAL. (2022). *Perspectivas económicas de América Latina 2022: Hacia una transición verde y digital*. OCDE/CEPAL. <https://doi.org/10.1787/3d5554fc-es>
- Couper, M. P. (2017). New developments in survey data collection. *Annual Review of Sociology*, 43, 121–145. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-060116-053613>

- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/research-design/book237357>
- Del Cisne Loján, M., Ureña, C., Valdivieso, P., & Torres, R. (2024). Dependencia de la IA y rendimiento académico: análisis de varianza en educación superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 2368–2382. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10678](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10678)
- DeVellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications* (4.<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/scale-development/book245326>
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2014). *Internet, phone, mail, and mixed-mode surveys: The tailored design method* (4.<sup>a</sup> ed.). Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Internet%2C+Phone%2C+Mail%2C+and+Mixed+Mode+Surveys%3A+The+Tailored+Design+Method%2C+4th+Edition-p-9781118456149>
- Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. En F. Hitt & M. Santos (Eds.), *Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the IGPME* (Vol. 1, pp. 3–26). IGPME. <https://eric.ed.gov/?id=ED466379>
- Escalona Reyes, M. (2025). Historia de la computadora personal en la educación matemática. *Tecnología y Educación*, 8(1), 33–47. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revtecno>
- Fajardo Aguilar, G. M., Ayala Gavilanes, D. C., Arroba Freire, E. M., & López Quincha, M. (2023). Inteligencia Artificial y la Educación Universitaria: Una revisión sistemática. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 8(1), 109–131. <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2935>
- Fowler, F. J. (2014). *Survey research methods* (5.<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/survey-research-methods/book234259>

- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. D. Reidel Publishing. <https://doi.org/10.1007/0-306-47235-X>
- García Ferrando, M. (2015). *El análisis de la realidad social: Métodos y técnicas de investigación* (4.<sup>a</sup> ed.). Alianza Editorial. <https://www.alianzaeditorial.es/libro/el-libro-universitario-manuales/el-analisis-de-la-realidad-social-9788420688152/>
- Garnier, L. (2022). La pandemia y la educación: lecciones de una transición forzada al modelo virtual. *Revista Iberoamericana de Educación*, 88(1), 9–27. <https://doi.org/10.35362/rie8814707>
- GeoGebra Institute. (2024). *GeoGebra with AI features*. <https://www.geogebra.org>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Artificial-Intelligence-in-Education-Holmes-Bialik-Fadel.pdf>
- Humble, N. (2024). Identifying common mathematical errors assisted by intelligent technologies. *Journal of Educational Technology*, 41(2), 210–228. <https://doi.org/10.1177/01447771231180276>
- Ibáñez, R. (2024). El ábaco como recurso didáctico: vigencia y aplicaciones en niveles básicos. *Didáctica de las Matemáticas*, 105, 55–68. <https://www.sociedadcanariamatemáticas.es/didactica.php>
- Jiménez, A., Lozano, A., & Ramírez, M. (2011). Tutores Cognitivos y teoría ACT-R en la enseñanza de matemáticas: De Carnegie Mellon a América Latina. *Apertura*, 3(2), 6–19. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68822737002.pdf>

- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales* (4.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill. <https://www.worldcat.org/title/investigacion-del-comportamiento>
- Lainjo, B. (2011). The University of Mar del Plata and the Grasha model: Teaching styles and student typologies in AI-assisted education. *International Journal of Educational Technology*, 8(1), 14–29. <https://www.ijern.com>
- Leiva, F. (2020). Pensamiento lógico-matemático: habilidades analíticas y críticas en educación superior. *Educación Matemática*, 32(1), 45–67. <https://doi.org/10.24844/EM3201.02>
- López, M. (2015). La pascalina de Blaise Pascal: automatización mecánica del cálculo y su legado educativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 87–102. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1551>
- Marín, V. I., Padilla, J., & Pacheco, C. (2024). Dependencia tecnológica y pensamiento crítico en educación superior: el caso de las herramientas de IA. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(2), 45–62. <https://doi.org/10.5944/ried.27.2.37501>
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically* (2.<sup>a</sup> ed.). Pearson Education. <https://www.pearson.com/en-gb/subject-catalog/p/thinking-mathematically/P200000005668>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38–47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Miguel, M. de (1998). La evaluación del profesorado universitario. Criterios y propuestas para mejorar la función docente. *Revista de Educación*, 315, 67–83. <https://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/1998/re315.html>

Murray, R. S., & Larry, J. S. (2009). *Estadística* (4.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com/highered/product/estadistica-spiegel-stephens/M9786071505736.html>

National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research. (1979). *The Belmont report: Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research*. U.S. Department of Health, Education, and Welfare. <https://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/belmont-report/index.html>

Nilsson, N. J. (2010). *The quest for artificial intelligence: A history of ideas and achievements*. Cambridge University Press. <https://ai.stanford.edu/~nilsson/QAI/qai.pdf>

Pagano, R. R. (2012). *Estadística para las ciencias del comportamiento* (9.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning. <https://www.cengage.com/c/estadistica-para-las-ciencias-del-comportamiento-9e-pagano>

Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology* (W. Mays, trad.). Basic Books. <https://archive.org/details/principlesofgene0000piag>

Pichardo, R. (2024). Historia de la IA en la Educación Superior latinoamericana: de 1980 al presente. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 15(1), 8–22. <https://doi.org/10.18861/cied.2024.15.1>

Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically: Communication in mathematics classrooms*. Routledge & Kegan Paul. <https://www.routledge.com/Speaking-Mathematically-Communication-in-Mathematics-Classrooms/Pimm/p/book/9780415038652>

Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>

- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.  
<https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691164076/how-to-solve-it>
- Pombo, C. (2023). ¿Cómo integrar a la inteligencia artificial en la educación de manera responsable? *Enfoque Educación*, Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org/educacion/es/inteligencia-artificial-educacion/>
- Reina, C. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas: Herramientas, plataformas y perspectivas. *Revista Docencia Universitaria*, 25(1), 33–51.  
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia>
- Ritter, S., Anderson, J. R., Koedinger, K. R., & Corbett, A. (2007). Cognitive Tutor: Applied research in mathematics education. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 249–255. <https://doi.org/10.3758/BF03194060>
- Rivas, M. (2022). Historia de los simuladores analógicos en educación matemática. *Historia y Tecnología*, 38(2), 119–134. <https://www.revistahyt.es>
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582–599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- Román Cañizares, G. N. (2024). El rol de la IA en la enseñanza de matemáticas en entornos virtuales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 2111–2128. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9969592.pdf>
- Sabino, C. (2014). *El proceso de investigación* (2.ª ed.). Episteme.  
[https://www.academia.edu/15792431/Sabino\\_C\\_El\\_proceso\\_de\\_investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/15792431/Sabino_C_El_proceso_de_investigaci%C3%B3n)

- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.  
<https://www.sciencedirect.com/book/9780126288704/mathematical-problem-solving>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press. [https://www.politybooks.com/bookdetail?book\\_slug=should-robots-replace-teachers-ai-and-the-future-of-education--9781509528707](https://www.politybooks.com/bookdetail?book_slug=should-robots-replace-teachers-ai-and-the-future-of-education--9781509528707)
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511499944>
- Silva, J., Correa, M., & Mc-Guire, P. (2024). Metodologías activas mediadas por tecnología e IA: autonomía y pensamiento crítico en educación superior. *Educación y Tecnología*, 13(2), 77–94.  
<https://revistas.umce.cl/index.php/edytec>
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4.<sup>a</sup> ed.). Limusa. <https://www.worldcat.org/title/proceso-de-la-investigacion-cientifica>
- Tecnológico de Costa Rica. (2021). Historia del curso de inteligencia artificial en el TEC: 1986–2021. Repositorio Institucional TEC.  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13445>
- Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information* (2.<sup>a</sup> ed.). Graphics Press. [https://www.edwardtufte.com/tufte/books\\_vdqi](https://www.edwardtufte.com/tufte/books_vdqi)
- UNESCO. (2024). *Orientaciones sobre el uso responsable de la inteligencia artificial en la educación*. UNESCO.  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386146\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386146_spa)
- Wilichowski, T., & Cobo, C. (2023). Capacitación docente e inteligencia artificial: Nuevos desafíos para el sistema educativo. Banco Mundial.  
<https://blogs.worldbank.org/es/education/capacitacion-docente-e-inteligencia-artificial>

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)