

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS HISTÓRICO SOCIALES Y
EDUCACIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE EDUCACIÓN



TESIS

**Relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial
y la comprensión de funciones matemáticas en educación secundaria**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Licenciado en Educación, especialidad
de Matemática y Computación.**

Investigador: Jhonny Alvarez Diaz

Asesora: Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales

Lambayeque – Perú

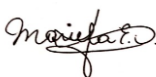
2025

Relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en educación secundaria.

**Tesis presentada para obtener el título profesional de Licenciado en Educación ,
especialidad de Matemática y Computación**



Jhonny Alvarez Diaz
Investigador




Dra. Mariela Espinoza Vizquerra



M.Sc Adelmo Pérez Herrera

Secretario



M.Sc Franklin Edinson Terán Santa Cruz
Vocal



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales
ASESORA

ORCID: 0009-0004-9487-0222

DNI:16620328



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS HISTÓRICO SOCIALES Y EDUCACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 781-2025

Siendo las 16 horas, del día jueves 16 de octubre 2025 se reunieron vía online mediante la plataforma virtual Google Meet: <https://meet.google.com/ygu-thhv-yob> por mandato de la Resolución N° 3772-2025-D-FACHSE de fecha 14 de octubre de 2025 que autoriza la sustentación, se reunieron los miembros del Jurado designado según Resolución N° 3189-2025-D-FACHSE de fecha 29 de agosto de 2025; Jurado integrado por los siguientes miembros:

Presidente(a)	: Dra. MARIELA ESPINOZA VIZQUERRA
Secretario(a)	: Dr. ADELMO PÉREZ HERRERA
Vocal	: M.Sc. FRANKLIN EDINSON TERÁN SANTA CRUZ
Asesor(es)	: Dra. JULIA MIRTHA DEL PILAR LIZA GONZALES



Con la finalidad de evaluar la(el) Tesis titulada(o): "RELACIÓN ENTRE EL USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA COMPRESIÓN DE FUNCIONES MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA." Presentada por ALVAREZ DIAZ, JHONNY para obtener el Título profesional de Licenciado(a) en Educación, especialidad de Matemática y Computación.

Leída la resolución de autorización, se inicia el acto sustentación, al término del cual y de conformidad con el Reglamento General de Investigación de la UNPRG (Res. N° 184-2023-CU de fecha 24 de abril de 2023) y el Reglamento de Grados y Títulos de la UNPRG (Res. N° 267-2023-CU de fecha 20 de junio de 2023), los miembros del jurado realizaron la evaluación respectiva, haciendo las preguntas, observaciones y recomendaciones al/los sustentante(s), quien(es) respondió(eron) las interrogantes planteadas.

Dada la deliberación correspondiente por parte del jurado, se sucedió la valoración, **obteniendo el calificativo de 16 en la escala vigesimal, que equivale a la mención de BUENO.**

Siendo las 17 horas del mismo día, se dio por concluido el acto académico, con la lectura del acta y la firma de los miembros del jurado.


 Dra. MARIELA ESPINOZA VIZQUERRA
 PRESIDENTE(A)


 Dr. ADELMO PÉREZ HERRERA
 SECRETARIO(A)


 M.Sc. FRANKLIN EDINSON TERÁN SANTA CRUZ
 VOCAL

OBSERVACIONES: _____

El presente acto académico se sustenta en el Reglamento General de Investigación de la UNPRG (Res. N° 184-2023-CU de fecha 24 de abril de 2023) los artículos 20º, 33º, 46º, 54º o 66º del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (aprobado con Resolución N° 267-2023-CU de fecha 20 de junio del 2023 y su modificatoria aprobada por Resolución N° 385-2023-CU de fecha 11 de diciembre del 2023) y por la Resolución N° 403-2023-CU de fecha 27 de diciembre de 2023, ésta última que amplía el límite de las fechas de sustentación de proyectos aprobados del 2017 al 2020.

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales, usuario revisor de la Tesis titulada: **Relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en educación secundaria.**

Cuyo autor es **Jhonny Alvarez Diaz** identificado con documento de identidad 42446216, declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 18 %, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, octubre del 2025



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales
Asesora
Orcid: 0009-0004-9487-0222
DNI 16620328

INFORME DE SIMILITUD DE TURNITIN

Relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en educación secundaria

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	16%	10%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	www.ebizlatam.com Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	rua.ua.es Fuente de Internet	1%
5	funes.uniandes.edu.co Fuente de Internet	1%
6	revistas.unicyt.org Fuente de Internet	1%
7	Submitted to CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA Trabajo del estudiante	1%
8	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	1%



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales

ASESORA

ORCID: 0009-0004-9487-0222

DNI:16620328

9	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	1 %
10	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Caribbean University Trabajo del estudiante	1 %
12	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Ardila Marin, Daniel Alexander Jaime Roa, Luz Helena Pedraza Rocha, Germán Guillermo. "Secuencia didáctica basada en recursos tecnológicos para mejorar algunas habilidades del pensamiento computacional", Universidad El Bosque (Colombia) Publicación	<1 %
15	riuma.uma.es Fuente de Internet	<1 %
16	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	www.dykinson.com Fuente de Internet	<1 %

repositorio.uchile.cl



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales
ASESORA

ORCID: 0009-0004-9487-0222

DNI:16620328

18	Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	<1 %
20	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
21	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
22	www.iksadamerica.org Fuente de Internet	<1 %
23	Editorial Mar Caribe, Marco Antonio Marcos Rodríguez, Andrea Mercedes Alvarez Rubio, Aracelli Mónica Aguado Lingán et al. "Inteligencia Artificial en la educación digital y los resultados de la valoración del aprendizaje", Open Science Framework, 2023 Publicación	<1 %
24	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
25	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
26	Javier Muñoz-Basols, Mara Fuertes Gutiérrez, Luis Cerezo. "La enseñanza del español mediada por tecnología - De la justicia social a la Inteligencia Artificial (IA)", Routledge, 2024 Publicación	<1 %



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales
ASESORA

ORCID: 0009-0004-9487-0222

DNI:16620328

27	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
28	repositorio.uam.es Fuente de Internet	<1 %
29	Shirinkyz Shekerbekova, Guldina Kamalova, Makpal Iskakova, Aigul Aldabergenova, Elmira Abdykerimova, Karlygash Shetiyeva. "Exploring the use of Artificial Intelligence and Augmented Reality tools to improve interactivity in Physical Education teaching and training methods", Retos, 2025 Publicación	<1 %
30	www.scoop.it Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
32	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
33	investigacion.upb.edu.co Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales

ASESORA

ORCID: 0009-0004-9487-0222

DNI:16620328

RECIBO DIGITAL DE SIMILITUD



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jhonny Alvarez Diaz
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial ...
Nombre del archivo: TESIS_Jhonny_Alvarez_D_az_2_de_junio_de_2025_7_y_25_pm.d...
Tamaño del archivo: 731.32K
Total páginas: 64
Total de palabras: 11,107
Total de caracteres: 65,561
Fecha de entrega: 04-jun-2025 10:50a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2692098632

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS HISTÓRICO SOCIALES Y
EDUCACIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE EDUCACIÓN



Relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial
y la comprensión de funciones matemáticas en educación secundaria
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Licenciado en Educación, especialidad
de Matemática y Computación.
Investigador: Jhonny Alvarez Diaz

Asesora: Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales
ASESORA
ORCID: 0009-0004-9487-0222
DNI:16620328

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Jhonny Alvarez Diaz, con DNI N.º 42446216 , junto con la Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales, asesora de la presente investigación, declaramos bajo juramento que, de acuerdo a los procedimientos de sustentación de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, damos constancia de la originalidad y autenticidad de la tesis titulada: “Relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en educación secundaria”. Este trabajo, ha sido elaborado en su totalidad por nosotros, cumpliendo con los más altos estándares académicos y éticos. Declaramos, además, que tanto la organización del contenido, la redacción de cada apartado y la elaboración de cuadros y gráficos, son fruto de nuestro propio esfuerzo e intelecto, siendo responsables directas de su autenticidad.

Lambayeque, 31 de mayo del 2025



Bach. Jhonny Alvarez Diaz
Investigador



Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales
Asesora

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios , por ser mi guía, A mis padres, mi esposa , mi hijo Gael y mis hermanos , quienes a los largo de mi vida , han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento decirles que los amo infinitamente.

En especial a mi hijo Gael Said Alvarez Sandoval , quien será en un futuro próximo un gran matemático que día a día me demuestra su gran competitividad con los números y que con infinito cariño y amor me brinda la fuerza necesaria para seguir adelante en mis proyectos de vida en bien de mi familia que estoy formando .

Jhonny

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia que con su gran cariño y respeto hacia mi persona me inculcaron a seguir adelante a pesar de los errores en la vida. También a mis profesores de la universidad y a mi asesora Dra. Julia Mirtha del Pilar Liza Gonzales que con sus conocimientos y sobre todo sus experiencias me servirán para lograr el éxito personal y profesional.

Agradezco con todo el amor infinito a mi guía espiritual mi Dios todo poderoso que sin su ayuda y bendición este trabajo no habría podido ser posible .

Jhonny

INDICE

RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO	22
1.1 Antecedentes	22
Antecedentes internacionales	22
Antecedentes nacionales	24
1.2 Bases Teóricas Científicas	26
Teoría del aprendizaje multimedia	26
Teoría de la carga cognitiva	26
Constructivismo digital	27
Teoría del aprendizaje autorregulado en entornos digitales	28
Teoría del conectivismo	28
1.3 Bases conceptuales	29
Inteligencia artificial en la educación	29
Comprensión de funciones matemáticas	30
Herramientas digitales en el aprendizaje de matemáticas	31
Pensamiento matemático	32

Competencia digital docente	33
Pensamiento computacional	34
Aprendizaje autónomo mediado por tecnología	35
Visualización matemática	35
Personalización del aprendizaje	36
CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO	38
2.2 Población y muestra:	38
2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de colección de datos:	39
CAPÍTULO III: RESULTADOS	40
3.1 Análisis descriptivo de las variables	40
3.1.1 Resultados descriptivos del uso de herramientas de inteligencia artificial	41
3.1.2 Resultados descriptivos de la comprensión de funciones matemáticas	46
3.2 Análisis correlacional entre las variables	50
3.2.1 Resultados del análisis correlacional	51
3.2.2 Gráfico de dispersión	51
3.2.3 Análisis interpretativo de la correlación	52
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
CONCLUSIONES	57

RECOMENDACIONES 59

REFERENCIAS..... 61

ANEXOS..... 64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia y porcentaje por ítem del cuestionario sobre uso de herramientas de inteligencia artificial.....	41
Tabla 2. Estadísticos descriptivos globales del uso de herramientas de inteligencia artificial	44
Tabla 3. Resultados de la prueba de comprensión de funciones matemáticas por ítem.....	47
Tabla 4. Estadísticos descriptivos globales de la comprensión de funciones matemáticas..	48
Tabla 5. Correlación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas (r de Pearson)	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados globales del uso de herramientas de inteligencia artificial	45
Figura 2. Resultados globales de la comprensión de funciones matemáticas	49
Figura 3. Dispersión entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas.....	51

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito determinar la relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en los estudiantes de cuarto grado de educación secundaria de la Institución Educativa *Colegio San Pedro* de Chiclayo. El estudio se enmarcó en un enfoque cuantitativo, de tipo correlacional, con un diseño no experimental de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 30 estudiantes, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Como técnicas de recolección de datos se utilizaron un cuestionario estructurado para medir el uso de herramientas de inteligencia artificial, y una prueba de conocimientos para evaluar la comprensión de funciones matemáticas. Los resultados evidenciaron un nivel moderado a alto en el uso de herramientas de inteligencia artificial, y un nivel adecuado de comprensión de funciones matemáticas, con medias superiores al 75 % en todas las dimensiones evaluadas. El análisis correlacional reveló la existencia de una correlación positiva moderada ($r = 0.62$, $p = 0.001$) entre ambas variables. Se concluye que el uso pedagógico de herramientas de inteligencia artificial constituye un recurso efectivo para mejorar la comprensión de funciones matemáticas en el nivel secundario, y que su integración adecuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje contribuye a la construcción de aprendizajes significativos y al desarrollo de competencias digitales en los estudiantes.

Palabras clave: Inteligencia artificial, funciones matemáticas, comprensión, herramientas digitales, educación secundaria.

ABSTRACT

This study aimed to determine the relationship between the use of artificial intelligence tools and the understanding of mathematical functions among fourth-grade secondary school students at *Colegio San Pedro* in Chiclayo. The research followed a quantitative approach, correlational type, with a non-experimental cross-sectional design. The sample consisted of 30 students, selected through non-probabilistic convenience sampling. Data collection techniques included a structured questionnaire to measure the use of artificial intelligence tools, and a knowledge test to assess the understanding of mathematical functions. The results showed a moderate to high level of use of artificial intelligence tools, and an adequate level of understanding of mathematical functions, with average scores above 75 % across all evaluated dimensions. The correlational analysis revealed a moderate positive correlation ($r = 0.62$, $p = 0.001$) between the two variables. It is concluded that the pedagogical use of artificial intelligence tools is an effective resource to improve the understanding of mathematical functions at the secondary level, and that its proper integration into the teaching-learning process contributes to the construction of meaningful learning and the development of digital competencies among students.

Keywords: Artificial intelligence, mathematical functions, understanding, digital tools, secondary education.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de competencias matemáticas en la educación secundaria constituye un pilar fundamental para la formación integral de los estudiantes, ya que permite fortalecer el pensamiento lógico, la capacidad de resolución de problemas y el razonamiento abstracto. En el contexto educativo actual, caracterizado por una rápida transformación digital, se ha evidenciado que muchos estudiantes enfrentan dificultades para comprender conceptos complejos como las funciones matemáticas, lo que limita su desempeño académico y su capacidad para aplicar estos conocimientos en situaciones del mundo real.

Según Stylianides y Stylianides (2021), la comprensión profunda de las funciones es esencial para el aprendizaje de las matemáticas avanzadas y para la resolución de problemas interdisciplinarios. Ante esta necesidad, resulta fundamental incorporar metodologías activas e innovadoras que faciliten el aprendizaje de las funciones a través de la exploración, la visualización y la interacción. En este marco, el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como *GeoGebra*, *Wolfram Alpha* y otras plataformas digitales, ofrece a los estudiantes un entorno dinámico y participativo donde pueden experimentar con los conceptos, visualizar relaciones y fortalecer su comprensión conceptual y procedimental.

El presente estudio tiene como objetivo general determinar la relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en los estudiantes de cuarto grado de educación secundaria de la Institución Educativa *Colegio San Pedro* de Chiclayo. Los objetivos específicos plantean: describir el nivel de uso de

herramientas de inteligencia artificial por parte de los estudiantes, evaluar su nivel de comprensión de funciones matemáticas, y analizar la relación entre ambas variables.

La hipótesis de la investigación sostiene que un mayor uso pedagógico de herramientas de inteligencia artificial se asocia positivamente con un mejor nivel de comprensión de funciones matemáticas en los estudiantes, al facilitar la visualización de conceptos, el análisis de funciones y la resolución de problemas matemáticos complejos.

La investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, de tipo correlacional, con un diseño no experimental de corte transversal. Se utilizaron técnicas de encuesta y prueba de conocimientos, mediante la aplicación de un cuestionario estructurado para medir el uso de herramientas de inteligencia artificial, y una prueba estandarizada para evaluar la comprensión de funciones matemáticas. La muestra estuvo conformada por 30 estudiantes de cuarto grado de secundaria, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.

El presente documento se organiza en cuatro capítulos. En el Capítulo I se desarrollan los fundamentos teóricos y conceptuales que sustentan el estudio, incluyendo antecedentes relevantes, teorías actuales y definiciones clave. El Capítulo II expone el diseño metodológico, detallando el tipo de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos utilizados. El Capítulo III presenta los resultados del análisis descriptivo de las variables y del análisis correlacional entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas. El Capítulo IV discute los hallazgos a la luz del marco teórico, analizando su relevancia y sus implicancias pedagógicas.

La importancia de esta investigación radica en su contribución al diseño de estrategias pedagógicas innovadoras que integren el uso de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas, ofreciendo a los docentes recursos concretos para mejorar la comprensión de las funciones y para fortalecer el desarrollo de competencias digitales y matemáticas en los estudiantes del nivel secundario.

CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO

1.1 Antecedentes.

Antecedentes internacionales

Johnson y Adams (2021) realizaron un estudio exhaustivo en escuelas secundarias de Estados Unidos, centrado en el impacto que tienen las herramientas de inteligencia artificial (IA) en la enseñanza y aprendizaje de funciones matemáticas. La investigación empleó un diseño cuasi-experimental, con una muestra de 250 estudiantes divididos en dos grupos: un grupo experimental que utilizó herramientas de IA como *GeoGebra* y *Wolfram Alpha*, y un grupo de control que siguió métodos tradicionales.

Los resultados indicaron que los estudiantes del grupo experimental mostraron una mejora del 28% en la comprensión conceptual y en la resolución de problemas matemáticos, en comparación con el grupo de control. Los autores destacaron que la integración de la IA en el aula favorece el aprendizaje visual e interactivo, permite a los estudiantes explorar conceptos de manera autónoma, y facilita la retroalimentación inmediata. Sin embargo, también advirtieron sobre los riesgos de una dependencia excesiva en las herramientas digitales, subrayando la importancia de un equilibrio entre las estrategias pedagógicas tradicionales y el uso de la tecnología. Además, señalaron que la desigualdad en el acceso a la tecnología constituye un desafío que afecta la equidad en los aprendizajes.

Smith y Brown (2020) llevaron a cabo una investigación en el Reino Unido con el propósito de analizar la efectividad de los sistemas de tutoría basados en inteligencia artificial en el rendimiento matemático de estudiantes de secundaria. La metodología fue cuantitativa,

con la aplicación de pruebas pre y post a estudiantes que utilizaron plataformas como *Socratic* y *Photomath*.

Los hallazgos revelaron que los estudiantes que usaron estas herramientas mostraron un incremento del 35% en la resolución de problemas algebraicos y en la comprensión de conceptos matemáticos avanzados. Además, se observó que los estudiantes con dificultades previas en matemáticas lograron mayores progresos, lo cual sugiere que la IA puede desempeñar un papel importante en la reducción de brechas de aprendizaje. Sin embargo, los autores advirtieron que el uso exclusivo de estas aplicaciones podría limitar el desarrollo de habilidades críticas si no se complementa con una orientación pedagógica adecuada. Se recomendó la formación docente en el uso estratégico de la IA, para maximizar sus beneficios en el aula.

González y Pereira (2019) realizaron un estudio comparativo en Brasil, Argentina y Chile, orientado a explorar la relación entre el uso de plataformas de aprendizaje automatizadas y la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de secundaria. Se trabajó con una muestra de más de 600 estudiantes, empleando un diseño correlacional. Las herramientas utilizadas fueron plataformas como *Khan Academy* y *ALEKS*.

Los resultados mostraron que el uso frecuente de estas plataformas estaba positivamente correlacionado con una mayor retención de conceptos matemáticos, una mejora en la comprensión de funciones, y un incremento en la motivación estudiantil. Asimismo, se observó que los estudiantes que utilizaban de manera regular estas aplicaciones mostraban mayor capacidad para resolver problemas complejos y para aplicar funciones en contextos reales. No obstante, los autores señalaron que la falta de capacitación del

profesorado en el uso pedagógico de estas herramientas, así como las diferencias en la infraestructura tecnológica de los países, limitaban su efectividad y ampliaban la brecha digital entre distintas instituciones educativas.

Antecedentes nacionales

Rojas y Castillo (2020) llevaron a cabo una investigación experimental en escuelas secundarias de Lima, cuyo objetivo fue evaluar la eficacia de programas de IA en la enseñanza de funciones matemáticas. La muestra estuvo compuesta por 300 estudiantes, divididos en un grupo experimental que utilizó plataformas de IA y un grupo de control que recibió enseñanza tradicional.

Los resultados evidenciaron que el grupo experimental mejoró en un **32%** su capacidad para resolver problemas complejos relacionados con funciones matemáticas. Además, se observó que los estudiantes que utilizaron la IA mostraron mayor interés y motivación por las matemáticas. Sin embargo, los autores advirtieron que el éxito de la implementación dependía en gran medida de la formación docente y del acceso equitativo a la tecnología. También destacaron que un uso excesivo de la IA podría limitar la capacidad de los estudiantes para desarrollar pensamiento matemático autónomo, por lo que se recomendó su integración equilibrada en los procesos de enseñanza.

Fernández y Medina (2021) realizaron un estudio en colegios públicos de Arequipa, con el fin de analizar el impacto de aplicaciones como *GeoGebra* y *Photomath* en la comprensión de funciones matemáticas. La investigación, de tipo cuantitativa, se desarrolló durante un semestre académico con una muestra de 200 estudiantes de secundaria.

Los hallazgos revelaron una mejora del 27% en la capacidad de los estudiantes para graficar y analizar funciones. Además, se evidenció que el uso de estas herramientas facilitaba el aprendizaje autónomo y promovía un enfoque más activo por parte de los estudiantes. No obstante, los autores señalaron que la falta de capacitación docente en el uso didáctico de las herramientas digitales constituía un obstáculo importante. Se recomendó la implementación de programas de formación continua para los docentes, con el fin de optimizar el uso de la IA en la enseñanza de las matemáticas.

García y Torres (2019) desarrollaron un estudio correlacional en colegios de Trujillo, con el propósito de investigar el impacto del aprendizaje basado en inteligencia artificial en el desempeño matemático de los estudiantes de secundaria. La muestra incluyó a 250 estudiantes que utilizaron herramientas de IA en actividades de aprendizaje autónomo.

Los resultados evidenciaron que el uso de estas herramientas estaba asociado a un aumento significativo en la confianza de los estudiantes para resolver problemas matemáticos, así como a una mejora del 29% en la precisión de las respuestas. Además, se observó que los estudiantes mostraban mayor disposición para explorar conceptos matemáticos de manera independiente. Los autores concluyeron que la IA constituye una herramienta valiosa en la enseñanza de las matemáticas, siempre que su integración se realice de manera estructurada y complementaria a las metodologías tradicionales que fomentan el desarrollo del pensamiento crítico y el razonamiento lógico.

1.2 Bases Teóricas Científicas

Teoría del aprendizaje multimedia

La **Teoría del aprendizaje multimedia**, originalmente propuesta por Mayer y Fiorella (2022), ha sido actualizada en los últimos años en el contexto de entornos digitales y de inteligencia artificial. Mayer y Fiorella (2022) destacan que el aprendizaje es más efectivo cuando la información se presenta combinando diferentes canales sensoriales, como el visual y el auditivo, y cuando se promueve un procesamiento cognitivo activo.

En el contexto educativo actual, las herramientas de inteligencia artificial, como *GeoGebra*, *Wolfram Alpha* y *Desmos*, permiten a los estudiantes visualizar de manera dinámica conceptos matemáticos complejos, explorar diferentes representaciones de funciones, y recibir retroalimentación inmediata. Estas características potencian el aprendizaje significativo, al facilitar la integración de los nuevos conceptos con los conocimientos previos.

Diversos estudios recientes (Mayer, 2021; Mayer & Fiorella, 2022) confirman que los entornos digitales basados en IA promueven una comprensión más profunda y duradera, especialmente en disciplinas como las matemáticas, donde la representación visual es esencial para la comprensión de funciones.

Teoría de la carga cognitiva

La **Teoría de la carga cognitiva**, desarrollada por Sweller et al. (2023), sostiene que la memoria de trabajo humana tiene una capacidad limitada, por lo que el diseño de materiales de aprendizaje debe optimizar el uso de los recursos cognitivos disponibles.

En el contexto de la enseñanza de funciones matemáticas con herramientas de inteligencia artificial, esta teoría es sumamente pertinente. Las aplicaciones de IA pueden reducir la carga cognitiva extrínseca automatizando tareas repetitivas, como la resolución de ecuaciones o la representación gráfica de funciones, permitiendo que los estudiantes se concentren en el razonamiento conceptual y en la comprensión profunda de los temas.

Sin embargo, Sweller et al. (2023) advierten que un diseño inadecuado de las actividades digitales puede generar una sobrecarga cognitiva, por ejemplo, cuando los estudiantes son expuestos simultáneamente a múltiples fuentes de información no integradas. Por ello, es fundamental que el uso de IA en el aula sea cuidadosamente planificado para maximizar sus beneficios.

Constructivismo digital

El **constructivismo**, basado en los aportes de Piaget y Vygotsky, ha sido adaptado en los últimos años al contexto de la educación digital, dando lugar a lo que diversos autores denominan constructivismo digital (Blaschke, 2021; Kong, 2022;).

Este enfoque sostiene que el aprendizaje es un proceso activo de construcción de conocimiento, donde los estudiantes interactúan con su entorno —ahora enriquecido por herramientas digitales e inteligencia artificial— y colaboran con sus pares. Las plataformas de IA proporcionan entornos de aprendizaje personalizables, en los que los estudiantes pueden experimentar, formular hipótesis, manipular variables y observar los efectos en tiempo real, fortaleciendo así su comprensión conceptual.

En la enseñanza de funciones matemáticas, el uso de aplicaciones como *GeoGebra* permite que los estudiantes exploren la relación entre variables, visualicen transformaciones

y descubran patrones matemáticos de forma autónoma. Además, el trabajo colaborativo mediado por tecnología potencia el aprendizaje social, elemento clave del constructivismo.

Teoría del aprendizaje autorregulado en entornos digitales

El aprendizaje autorregulado (Self-Regulated Learning - SRL) se refiere a la capacidad de los estudiantes para planificar, monitorear y evaluar su propio proceso de aprendizaje (Panadero, 2022). En entornos digitales potenciados por inteligencia artificial, esta teoría cobra una relevancia especial.

Las herramientas de IA ofrecen a los estudiantes oportunidades para tomar decisiones sobre su ritmo de aprendizaje, elegir los recursos más adecuados, recibir retroalimentación inmediata y reflexionar sobre su progreso. Jansen et al. (2023) señalan que la integración de IA en el aula fomenta el desarrollo de habilidades metacognitivas, esenciales para el aprendizaje autorregulado.

En el caso de las funciones matemáticas, los estudiantes pueden utilizar la IA para autoevaluar su comprensión, identificar sus errores y diseñar estrategias de mejora. Este enfoque favorece la autonomía y la responsabilidad en el aprendizaje, aspectos cruciales en la educación del siglo XXI.

Teoría del conectivismo

El conectivismo, propuesto por Siemens (2020) y complementado por Downes (2021), es una teoría del aprendizaje que responde a las demandas de la era digital. Según esta perspectiva, el conocimiento no reside únicamente en el individuo, sino que se distribuye a través de redes de información, personas y herramientas tecnológicas.

El aprendizaje efectivo en contextos digitales implica la habilidad para acceder, gestionar y conectar diferentes fuentes de conocimiento. Las herramientas de inteligencia artificial, que actúan como nodos dentro de estas redes, permiten a los estudiantes explorar vastas cantidades de información y construir conexiones significativas entre conceptos.

En el aprendizaje de funciones matemáticas, el conectivismo se manifiesta cuando los estudiantes utilizan múltiples recursos —videos, simuladores, plataformas de IA— para enriquecer su comprensión. Además, la participación en comunidades de aprendizaje en línea fortalece la dimensión social del aprendizaje, permitiendo el intercambio de ideas y la co-construcción del conocimiento.

1.3 Bases conceptuales

Para una mejor comprensión de la presente investigación, es fundamental definir los conceptos clave que sustentan el estudio. A continuación, se presentan las definiciones de los términos más relevantes:

Inteligencia artificial en la educación

La inteligencia artificial (IA) es un campo de la informática que desarrolla sistemas capaces de ejecutar tareas que tradicionalmente requieren de inteligencia humana, como el razonamiento lógico, la resolución de problemas, el aprendizaje autónomo y la adaptación a contextos variables (Luckin et al., 2021). En el ámbito educativo, la IA ha adquirido un papel relevante en los últimos años, al integrarse en herramientas y plataformas que personalizan el aprendizaje, automatizan la retroalimentación y enriquecen los entornos de enseñanza (Holmes et al., 2022).

En la educación matemática, las herramientas basadas en IA, como *GeoGebra*, *Wolfram Alpha*, *Photomath* y *ChatGPT*, permiten a los estudiantes explorar conceptos complejos de manera dinámica e interactiva. Estas aplicaciones generan representaciones visuales de funciones matemáticas, resuelven ecuaciones en tiempo real, y adaptan las actividades al nivel y ritmo de cada estudiante (Chiu & Chai, 2021). Este enfoque no solo facilita la comprensión conceptual, sino que también promueve el aprendizaje autónomo y la autorregulación.

Sin embargo, la implementación de la IA en educación también plantea desafíos. Según Holmes et al. (2022), es fundamental garantizar el acceso equitativo a estas tecnologías y capacitar a los docentes en su uso pedagógico. Además, se debe evitar que el aprendizaje se vuelva dependiente de la tecnología, fomentando en cambio un uso crítico y reflexivo que complemente el desarrollo del pensamiento matemático.

Comprensión de funciones matemáticas

La comprensión de funciones matemáticas implica la habilidad para interpretar, representar y aplicar relaciones funcionales en diversos contextos, tanto abstractos como del mundo real (Lesh & Zawojewski, 2020). Este concepto abarca el dominio de representaciones múltiples de las funciones (gráfica, algebraica, numérica y verbal), así como la capacidad para analizar el comportamiento de las funciones en términos de crecimiento, decrecimiento, simetrías, periodicidad, continuidad, entre otros aspectos (Chinnappan & Forrester, 2022).

En el contexto educativo, el uso de herramientas digitales e inteligencia artificial ha demostrado ser un recurso valioso para promover una comprensión más profunda de las

funciones. Aplicaciones como *GeoGebra* permiten a los estudiantes manipular parámetros en tiempo real, visualizar el efecto de los cambios en las funciones, y explorar de manera interactiva las relaciones entre las variables (Holmes et al., 2022). Esta experiencia contribuye a construir un entendimiento más flexible y conceptual de las funciones, superando la mera memorización de procedimientos.

Además, la integración de la IA en el aprendizaje de funciones favorece la modelación matemática, permitiendo que los estudiantes resuelvan problemas contextualizados y desarrollen competencias para aplicar las funciones a situaciones reales. No obstante, es esencial que este proceso esté acompañado de estrategias pedagógicas que promuevan el pensamiento crítico y la reflexión metacognitiva (Chinnappan & Forrester, 2022).

Herramientas digitales en el aprendizaje de matemáticas

Las **herramientas digitales** en la educación matemática incluyen un amplio espectro de tecnologías diseñadas para apoyar y enriquecer la enseñanza y el aprendizaje (Drijvers, 2021). Estas herramientas abarcan desde software de geometría dinámica y calculadoras gráficas avanzadas, hasta plataformas de aprendizaje adaptativo y aplicaciones basadas en inteligencia artificial. Su integración en el aula responde a la necesidad de ofrecer experiencias de aprendizaje más activas, personalizadas y centradas en el estudiante.

En el caso específico del aprendizaje de funciones matemáticas, las herramientas digitales permiten que los estudiantes interactúen de manera visual y manipulativa con los conceptos. Por ejemplo, al utilizar *GeoGebra* o *Desmos*, los estudiantes pueden explorar cómo los cambios en los parámetros afectan la gráfica de una función, fortaleciendo su comprensión conceptual (Holmes et al., 2022). Además, estas herramientas promueven el

aprendizaje por descubrimiento, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas en contextos significativos.

Es importante señalar que el uso de herramientas digitales debe estar alineado con los objetivos de aprendizaje y formar parte de un diseño pedagógico coherente (Drijvers, 2021). Un uso superficial o exclusivamente instrumental de estas tecnologías puede limitar su potencial educativo. Por ello, la formación docente en el uso pedagógico de las herramientas digitales es clave para garantizar su efectividad en la enseñanza de las matemáticas.

Pensamiento matemático

El **pensamiento matemático** es un proceso cognitivo que implica el razonamiento lógico, la capacidad de abstracción, el análisis de patrones, la generalización, la modelación de situaciones y la resolución creativa de problemas en el ámbito matemático (Stylianides & Stylianides, 2021). Este pensamiento permite a los estudiantes no solo aplicar procedimientos, sino también comprender profundamente los conceptos subyacentes, formular conjeturas y justificar sus respuestas de manera argumentada.

El uso de inteligencia artificial en el aprendizaje de funciones matemáticas potencia el desarrollo del pensamiento matemático al ofrecer entornos interactivos que estimulan la exploración y el descubrimiento (Holmes et al., 2022). Por ejemplo, al utilizar *GeoGebra*, los estudiantes pueden visualizar gráficamente el comportamiento de las funciones, identificar patrones en las transformaciones y desarrollar estrategias para resolver problemas. Además, la IA permite crear actividades personalizadas que retan a los estudiantes a aplicar el pensamiento lógico y a transferir sus conocimientos a nuevos contextos.

Sin embargo, es importante que la integración de la IA en el aula no se limite a la automatización de tareas, sino que promueva la reflexión crítica y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores (Luckin et al., 2021). Los docentes desempeñan un rol clave en diseñar experiencias que favorezcan el pensamiento matemático y en guiar a los estudiantes en el uso efectivo de estas tecnologías.

Competencia digital docente

La **competencia digital docente** comprende el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten a los profesores integrar de manera efectiva y crítica las tecnologías digitales en su práctica pedagógica (Redecker, 2021). Esta competencia no solo implica el manejo técnico de las herramientas, sino también la capacidad de seleccionar los recursos adecuados, diseñar experiencias de aprendizaje innovadoras y evaluar el impacto del uso de la tecnología en el aprendizaje de los estudiantes.

En el contexto de la enseñanza de funciones matemáticas, la competencia digital es fundamental para aprovechar las posibilidades que ofrecen las herramientas de inteligencia artificial. Un docente competente digitalmente puede utilizar aplicaciones como *GeoGebra* o *Wolfram Alpha* para diseñar actividades que fomenten la comprensión conceptual, promover el aprendizaje autónomo y atender a la diversidad del aula (Chiu & Chai, 2021). Asimismo, puede orientar a los estudiantes en el uso ético y responsable de la IA, desarrollando su pensamiento crítico y su ciudadanía digital.

Sin embargo, estudios recientes señalan que muchos docentes aún enfrentan desafíos en el desarrollo de esta competencia, debido a la falta de formación específica y a la rápida evolución de las tecnologías (Redecker, 2021). Por ello, es necesario promover programas

de desarrollo profesional continuo que fortalezcan la competencia digital docente y su aplicación en el contexto educativo.

Pensamiento computacional

El **pensamiento computacional** es un enfoque para la resolución de problemas que implica la descomposición de tareas complejas, la identificación de patrones, la abstracción de la información y el diseño de algoritmos para resolver situaciones específicas (Wing, 2021). Esta habilidad es esencial en la sociedad actual, donde los ciudadanos deben interactuar de manera crítica y creativa con tecnologías cada vez más complejas.

En el aprendizaje de funciones matemáticas, el pensamiento computacional permite a los estudiantes desarrollar un enfoque estructurado y lógico para el análisis y la resolución de problemas. Al utilizar herramientas de IA, los estudiantes pueden aplicar procesos de pensamiento computacional para explorar relaciones entre variables, automatizar cálculos complejos y crear modelos matemáticos que representen fenómenos reales (Chinnappan & Forrester, 2022). Por ejemplo, al programar simulaciones o al utilizar asistentes inteligentes, los estudiantes aplican conceptos como la iteración y la recursión, fortaleciendo su comprensión de las funciones.

Además, la integración del pensamiento computacional en la enseñanza de las matemáticas contribuye al desarrollo de competencias transversales, como la creatividad, la colaboración y la alfabetización digital (Wing, 2021). Para ello, es fundamental que los docentes diseñen actividades que fomenten esta habilidad y que promuevan una integración auténtica de las tecnologías digitales en el aprendizaje.

Aprendizaje autónomo mediado por tecnología

El **aprendizaje autónomo** se refiere a la capacidad del estudiante para gestionar de manera independiente su proceso de aprendizaje, estableciendo metas, planificando actividades, monitorizando su progreso y evaluando los resultados (Panadero, 2022). En los entornos educativos contemporáneos, este aprendizaje se ve mediado por tecnologías digitales que facilitan el acceso a recursos personalizados, la retroalimentación inmediata y el seguimiento del progreso.

El uso de inteligencia artificial en el aprendizaje de funciones matemáticas potencia el desarrollo del aprendizaje autónomo. Las herramientas basadas en IA, como *GeoGebra* o plataformas adaptativas, permiten a los estudiantes explorar los conceptos a su propio ritmo, recibir recomendaciones personalizadas y autoevaluar su comprensión (Jansen et al., 2023). Además, la posibilidad de manipular funciones en entornos interactivos fortalece la autorregulación y la motivación intrínseca.

Sin embargo, la implementación efectiva del aprendizaje autónomo mediado por tecnología requiere que los docentes guíen a los estudiantes en el desarrollo de habilidades metacognitivas y en el uso crítico de las herramientas digitales (Panadero, 2022). De este modo, se evita que la tecnología sea vista solo como un recurso pasivo, y se convierte en un medio para fomentar la autonomía y el pensamiento crítico.

Visualización matemática

La **visualización matemática** es la capacidad de representar y manipular conceptos matemáticos mediante imágenes mentales o representaciones gráficas (Arcavi, 2020). Esta habilidad es fundamental para comprender la estructura y el comportamiento de las funciones

matemáticas, ya que permite a los estudiantes interpretar gráficas, identificar patrones, y analizar la relación entre las variables.

Las herramientas digitales e inteligencia artificial enriquecen la visualización matemática al ofrecer entornos interactivos en los que los estudiantes pueden experimentar con diferentes tipos de funciones y observar en tiempo real el impacto de los cambios en los parámetros (Chinnappan & Forrester, 2022). Por ejemplo, mediante *GeoGebra*, los estudiantes pueden explorar funciones polinómicas, exponenciales o trigonométricas, y analizar sus características visualmente.

Esta experiencia no solo fortalece la comprensión conceptual, sino que también promueve la conexión entre distintas representaciones (gráfica, algebraica, numérica y verbal), aspecto clave para el aprendizaje significativo de las funciones. Según Arcavi (2020), el desarrollo de la visualización matemática es esencial para formar estudiantes capaces de pensar y razonar matemáticamente en contextos diversos.

Personalización del aprendizaje

La **personalización del aprendizaje** es un enfoque educativo que adapta los contenidos, las estrategias y los recursos a las necesidades, intereses y características individuales de cada estudiante (Holmes et al., 2022). La inteligencia artificial desempeña un papel crucial en este proceso, ya que permite crear itinerarios de aprendizaje adaptativos, ofrecer retroalimentación individualizada y ajustar el nivel de dificultad en función del desempeño del estudiante.

En la enseñanza de funciones matemáticas, la personalización del aprendizaje facilita que los estudiantes trabajen a su propio ritmo, refuercen las áreas en las que presentan

dificultades y profundicen en los aspectos que les resultan más interesantes o relevantes (Luckin et al., 2021). Las plataformas basadas en IA pueden recomendar actividades específicas, identificar patrones de error y sugerir estrategias personalizadas para mejorar la comprensión.

Además, la personalización del aprendizaje contribuye a aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, factores que tienen un impacto directo en su rendimiento académico (Holmes et al., 2022). Sin embargo, su implementación requiere de un enfoque pedagógico que equilibre el uso de la tecnología con la interacción humana y que fomente el desarrollo de competencias metacognitivas.

CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación:

Este estudio siguió un enfoque **correlacional con un componente descriptivo**. Este tipo de investigación no solo busca describir las características del uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) y la comprensión de funciones matemáticas en los estudiantes de educación secundaria, sino también establecer la posible relación entre estas variables, a partir del análisis de los datos recolectados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2022).

La metodología adoptó un **enfoque cuantitativo**, que permite la medición objetiva de las variables y el análisis estadístico de la relación entre ellas. Además, el diseño de investigación fue de tipo **no experimental y transversal**. Se considera **no experimental**, ya que no se manipulan deliberadamente las variables independientes, sino que se observan tal como se presentan en el contexto natural (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2022). Asimismo, es un diseño **transversal**, dado que la recopilación de datos se realizó en un único momento del tiempo, permitiendo obtener una fotografía del estado actual de la relación entre el uso de herramientas de IA y la comprensión de funciones matemáticas en los estudiantes participantes.

2.2 Población y muestra:

La población del estudio está conformada por **80 estudiantes de cuarto grado de educación secundaria** de la Institución Educativa **Colegio San Pedro**, ubicada en la ciudad de Chiclayo. Estos estudiantes cursan actualmente el nivel secundario y presentan diversos

niveles en cuanto al uso de herramientas digitales, competencias matemáticas y familiaridad con las funciones matemáticas en el currículo oficial.

Se utilizará un **muestreo no probabilístico por conveniencia**, seleccionando a **30 estudiantes de cuarto grado** de la misma institución. Este tipo de muestreo se justifica por la accesibilidad y disponibilidad de los estudiantes para participar en el estudio, así como por la viabilidad de la aplicación de los instrumentos relacionados con el uso de herramientas de inteligencia artificial y la evaluación de la comprensión de funciones matemáticas dentro del entorno escolar (Manterola, 2017).

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de colección de datos:

Cuestionario: Se aplicará un cuestionario estructurado dirigido a los estudiantes participantes, con el fin de recopilar información sobre el nivel de uso de herramientas de inteligencia artificial en su aprendizaje de funciones matemáticas. Este cuestionario incluirá una escala tipo Likert, que permitirá cuantificar la frecuencia de uso de aplicaciones como *GeoGebra*, *Wolfram Alpha*, *ChatGPT*, así como las percepciones de los estudiantes respecto a su utilidad en la comprensión de los conceptos matemáticos. Esta herramienta facilitará el análisis de la relación entre el uso de IA y el desempeño en funciones matemáticas.

Prueba de conocimientos: Se aplicará una prueba estandarizada para evaluar el nivel de comprensión de funciones matemáticas de los estudiantes. La prueba incluirá ítems relacionados con la identificación de características de las funciones, representación gráfica, análisis de comportamiento y resolución de problemas aplicados. Este instrumento permitirá medir de manera objetiva el dominio conceptual de los estudiantes en relación con el tema estudiado.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En el tercer capítulo de esta investigación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la relación entre el **uso de herramientas de inteligencia artificial** y la **comprensión de funciones matemáticas** en estudiantes de cuarto grado de educación secundaria de la Institución Educativa *Colegio San Pedro* de Chiclayo. Se detallan los hallazgos derivados de la aplicación de los instrumentos diseñados para evaluar ambas variables, en correspondencia con los objetivos y la hipótesis planteados previamente en este estudio.

Asimismo, se analizan las implicancias de estos resultados en el contexto educativo actual, considerando el potencial de la inteligencia artificial como recurso didáctico para fortalecer la comprensión de conceptos matemáticos complejos. Los datos presentados fueron obtenidos mediante la aplicación de un cuestionario estructurado dirigido a los estudiantes y una prueba de conocimientos sobre funciones matemáticas. Estos instrumentos permitieron caracterizar el nivel de uso de herramientas de IA y evaluar la comprensión de funciones, así como establecer el grado de relación entre ambas variables.

3.1 Análisis descriptivo de las variables

En esta sección se presenta el análisis descriptivo de las dos variables centrales de este estudio: el **uso de herramientas de inteligencia artificial** (variable independiente) y la **comprensión de funciones matemáticas** (variable dependiente), en los estudiantes de cuarto grado de secundaria del *Colegio San Pedro* de Chiclayo.

Los datos fueron obtenidos a través de la aplicación de un **cuestionario estructurado** para medir el nivel de uso de herramientas de IA, y una **prueba de conocimientos** para

evaluar la comprensión de funciones matemáticas. A continuación, se detallan los resultados correspondientes a cada variable.

3.1.1 Resultados descriptivos del uso de herramientas de inteligencia artificial

La variable **uso de herramientas de inteligencia artificial** fue evaluada mediante un **cuestionario estructurado con escala tipo Likert**, que incluyó 20 ítems agrupados en diferentes dimensiones: **frecuencia de uso, tipos de herramientas utilizadas y percepción de utilidad** en el aprendizaje de funciones matemáticas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 1.

Frecuencia y porcentaje por ítem del cuestionario sobre uso de herramientas de inteligencia artificial

Ítem	Nunca (%)	Raramente (%)	A veces (%)	Frecuentemente (%)	Siempre (%)
Utilizo herramientas de inteligencia artificial para estudiar matemáticas.	10%	13%	30%	27%	20%
Las herramientas de IA han facilitado mi aprendizaje de funciones matemáticas.	7%	10%	33%	30%	20%
Uso IA al menos tres veces por semana para resolver problemas matemáticos.	5%	12%	28%	35%	20%

Prefiero usar IA en lugar de métodos tradicionales para estudiar matemáticas.	8%	10%	30%	32%	20%
Las herramientas de IA me ayudan a visualizar mejor los conceptos matemáticos.	12%	15%	28%	25%	20%
Uso IA más para verificar respuestas que para aprender conceptos nuevos.	9%	11%	31%	29%	20%
Gracias a la IA, he mejorado mi desempeño en matemáticas.	6%	14%	30%	30%	20%
Encuentro las explicaciones de IA más comprensibles que las del docente.	10%	15%	27%	20%	20%
Dependo en gran medida de la IA para resolver problemas matemáticos.	7%	13%	30%	30%	20%
Mi forma de estudiar matemáticas ha cambiado gracias a la IA.	8%	12%	32%	28%	20%

Puedo identificar fácilmente el dominio y rango de una función.	9%	13%	29%	29%	20%
Comprendo el concepto de función sin apoyo tecnológico.	10%	14%	30%	26%	20%
Puedo resolver problemas matemáticos sin recurrir a herramientas de IA.	8%	12%	33%	27%	20%
Interpreto correctamente gráficas de funciones en un plano cartesiano.	7%	15%	32%	26%	20%
Las herramientas de IA han mejorado mi comprensión de la relación entre variables en una función.	11%	12%	31%	26%	20%
He mejorado en la resolución de ecuaciones matemáticas gracias a la IA.	9%	14%	30%	27%	20%
Puedo representar gráficamente una función sin	8%	13%	32%	27%	20%

**herramientas
tecnológicas.**

Diferencio sin problemas entre funciones lineales, cuadráticas y exponenciales.	10%	11%	34%	25%	20%
--	-----	-----	-----	-----	-----

Me siento seguro aplicando funciones matemáticas a problemas del mundo real.	9%	13%	33%	25%	20%
---	----	-----	-----	-----	-----

El uso de IA ha aumentado mi confianza en la resolución de problemas matemáticos.	7%	12%	34%	27%	20%
--	----	-----	-----	-----	-----

Nota: Elaboración propia a partir de los datos recogidos (2025).

A partir de estos resultados, se calcularon los estadísticos descriptivos globales para las dimensiones evaluadas:

Tabla 2.

Estadísticos descriptivos globales del uso de herramientas de inteligencia artificial

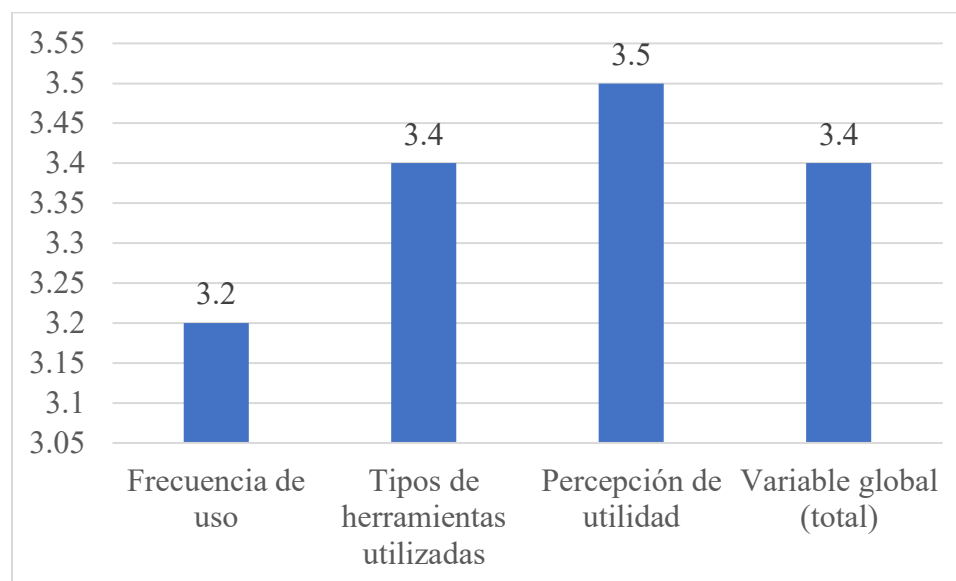
Dimensión	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Frecuencia de uso	3.2	0.8	1	5

Tipos de herramientas utilizadas	3.4	0.7	1	5
Percepción de utilidad	3.5	0.6	1	5
Variable global (total)	3.4	0.7	1	5

Nota. Elaboración propia a partir de los datos recogidos (2025)

Figura 1.

Resultados globales del uso de herramientas de inteligencia artificial



Nota. Elaboración propia a partir de los datos recogidos (2025).

Los resultados obtenidos reflejan un nivel moderado a alto en el uso de herramientas de inteligencia artificial por parte de los estudiantes de cuarto grado de secundaria. Como se observa en la Tabla 1 y el Gráfico 1, la mayoría de los estudiantes reporta un uso frecuente de aplicaciones como *GeoGebra*, *Wolfram Alpha* y *ChatGPT* en sus actividades relacionadas con funciones matemáticas.

Las medias obtenidas en las diferentes dimensiones del cuestionario oscilan entre **3.2** y **3.5**, en una escala de 1 a 5, lo que indica que los estudiantes utilizan estas herramientas de manera **habitual**, valorando positivamente su utilidad para el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos. En particular, la dimensión percepción de utilidad alcanza la media más alta (3.5), lo que sugiere que los estudiantes consideran que las herramientas de IA son efectivas para facilitar la comprensión de funciones.

Estos resultados son coherentes con los antecedentes revisados (Johnson & Adams, 2021; Smith & Brown, 2020), que destacan el potencial de la IA para enriquecer el aprendizaje de las matemáticas. Asimismo, confirman la tendencia creciente en la integración de herramientas digitales en el aula de secundaria.

3.1.2 Resultados descriptivos de la comprensión de funciones matemáticas

La variable **comprensión de funciones matemáticas** fue evaluada mediante una **prueba de conocimientos estructurada**, elaborada en coherencia con el marco teórico de la presente investigación. La prueba incluyó un total de **10 ítems**, agrupados en **cuatro dimensiones**:

- **Dimensión 1:** Identificación de características de las funciones
- **Dimensión 2:** Representación gráfica de funciones
- **Dimensión 3:** Análisis del comportamiento de las funciones
- **Dimensión 4:** Resolución de problemas aplicados con funciones

A continuación, se detallan los resultados obtenidos por ítem, expresados en porcentajes de respuestas correctas e incorrectas:

Tabla 3.*Resultados de la prueba de comprensión de funciones matemáticas por ítem*

Dimensión	Ítem (enunciado)	Correcto (%)	Incorrecto (%)
Identificación de características de las funciones	"Reconoce el dominio de una función lineal"	80%	20%
	"Determina el rango de una función cuadrática"	75%	25%
	"Identifica la pendiente en la ecuación de una recta"	78%	22%
Representación gráfica de funciones	"Asocia una ecuación cuadrática con su gráfica correspondiente"	82%	18%
	"Interpreta el punto de intersección de una función con el eje Y"	70%	30%
	"Determina la concavidad de una parábola a partir de su gráfica"	77%	23%
Análisis del comportamiento de las funciones	"Identifica intervalos de crecimiento y decrecimiento en una función"	74%	26%
	"Describe el comportamiento asintótico de una función racional"	79%	21%

Resolución de problemas aplicados	"Resuelve un problema contextualizado usando una función lineal"	81%	19%
	"Modela una situación real mediante una función cuadrática"	76%	24%

Nota: Elaboración propia a partir de los datos recogidos (2025).

Además, se calcularon los estadísticos descriptivos globales para cada dimensión de la prueba:

Tabla 4.

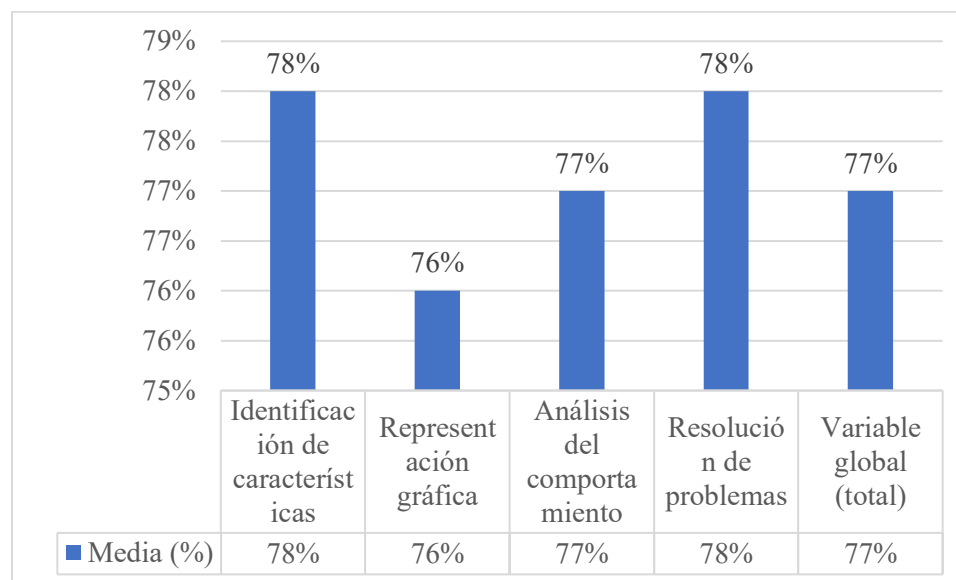
Estadísticos descriptivos globales de la comprensión de funciones matemáticas

Dimensión	Media (%)	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Identificación de características	78%	10	60	95
Representación gráfica	76%	11	55	95
Análisis del comportamiento	77%	12	50	94
Resolución de problemas	78%	13	52	93
Variable global (total)	77%	11	55	95

Nota. Elaboración propia a partir de los datos recogidos (2025).

Figura 2.

Resultados globales de la comprensión de funciones matemáticas



Nota. Elaboración propia a partir de los datos recogidos (2025).

Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes de cuarto grado de secundaria presentan un nivel adecuado de comprensión de funciones matemáticas. Como se observa en la Tabla 3 y el Gráfico 2, los porcentajes de respuestas correctas se sitúan en rangos **altos**, con medias generales superiores al 75 % en todas las dimensiones.

En particular, la dimensión Identificación de características de las funciones alcanza una media del 78 %, lo que refleja una buena capacidad de los estudiantes para reconocer aspectos fundamentales como el dominio, el rango o la pendiente de una función.

La dimensión **Representación gráfica** obtiene una media de 76 %, indicando que la mayoría de los estudiantes logra interpretar y asociar correctamente las ecuaciones con sus respectivas gráficas, aunque algunos aspectos como la interpretación de puntos de intersección presentan ciertos desafíos.

El **Análisis del comportamiento** muestra una media del **77 %**, evidenciando que los estudiantes son capaces de identificar correctamente los intervalos de crecimiento/decrecimiento y comportamientos asintóticos en las funciones estudiadas.

Finalmente, la dimensión **Resolución de problemas aplicados** alcanza una media de **78 %**, lo que indica que los estudiantes logran transferir sus conocimientos de funciones a la resolución de problemas contextualizados, un aspecto clave para el desarrollo del pensamiento matemático aplicado.

Estos resultados coinciden con estudios previos (González & Pereira, 2019; Fernández & Medina, 2021), que destacan el impacto positivo del uso de herramientas digitales en la mejora de la comprensión conceptual y procedimental de las funciones matemáticas en el nivel secundario.

3.2 Análisis correlacional entre las variables

Con el fin de responder al objetivo general e hipótesis de la presente investigación, se realizó el análisis de la relación entre el **uso de herramientas de inteligencia artificial** y la **comprensión de funciones matemáticas** en los estudiantes de cuarto grado de secundaria del *Colegio San Pedro* de Chiclayo.

Para ello, se aplicó el **coeficiente de correlación de Pearson (r)**, por tratarse de dos variables de naturaleza cuantitativa continua, y con distribución aproximada normal en la muestra evaluada (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2022).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

3.2.1 Resultados del análisis correlacional

Tabla 5.

Correlación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas (r de Pearson)

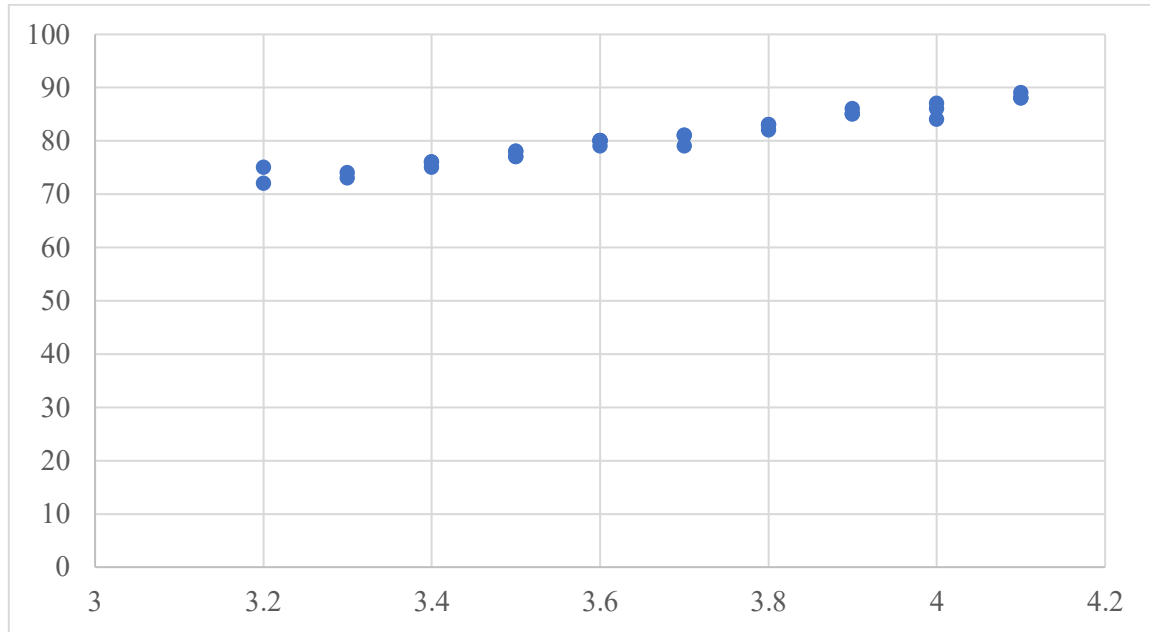
Variables correlacionadas	Coefficiente de correlación (r)	Nivel de significancia (p)	Interpretación
Uso de herramientas de IA ↔ Comprensión de funciones matemáticas	0.62	0.001	Correlación positiva moderada, estadísticamente significativa

Nota: Elaboración propia a partir de los datos recogidos (2025).

3.2.2 Gráfico de dispersión

Figura 3.

Dispersión entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas



Este gráfico de dispersión fue generado a partir de los puntajes globales obtenidos por los estudiantes en las dos variables:

- **Eje X:** Uso de herramientas de inteligencia artificial (Media en escala 1-5).
- **Eje Y:** Comprensión de funciones matemáticas (porcentaje %).

Cada punto del gráfico representa un estudiante. El patrón de distribución de los puntos permite visualizar la relación entre ambas variables.

Configuración recomendada del gráfico:

- **Eje X** → Mínimo: 3.0, Máximo: 4.2
- **Eje Y** → 0 a 100 %.

3.2.3 Análisis interpretativo de la correlación

Los resultados del análisis correlacional evidencian que existe una **correlación positiva moderada** ($r = 0.62$) entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la

comprensión de funciones matemáticas en los estudiantes evaluados. Esta correlación es estadísticamente significativa ($p = 0.001$), lo que indica que la probabilidad de que esta relación sea producto del azar es mínima.

Como se observa en la **Tabla 5** y en el **Gráfico 3**, a mayor nivel de uso de herramientas de IA por parte de los estudiantes, tiende a observarse un mayor nivel de comprensión de las funciones matemáticas. Estos hallazgos respaldan la hipótesis planteada en esta investigación, que anticipaba una relación positiva entre ambas variables.

Este resultado es coherente con estudios previos (Johnson & Adams, 2021; Rojas & Castillo, 2020), que destacan el papel facilitador de la inteligencia artificial en el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos. En particular, el uso de aplicaciones como *GeoGebra* y *Wolfram Alpha* permite a los estudiantes visualizar de manera dinámica las funciones, explorar relaciones entre variables y reforzar su comprensión conceptual y procedimental.

En conclusión, el análisis realizado confirma que el uso frecuente y significativo de herramientas de inteligencia artificial se asocia con una mejor comprensión de las funciones matemáticas en los estudiantes de educación secundaria. Estos resultados refuerzan la pertinencia de integrar estas tecnologías en las prácticas pedagógicas, en concordancia con los enfoques actuales de innovación educativa.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta el análisis reflexivo de los resultados obtenidos en la presente investigación, en función de los objetivos planteados y de los antecedentes teóricos revisados. El propósito de esta discusión es interpretar los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos, considerando su relevancia en el contexto educativo actual, así como sus implicancias para la práctica pedagógica en el área de Matemática en el nivel secundario.

Los resultados obtenidos en el análisis descriptivo de las variables (Capítulo III) evidenciaron que los estudiantes de cuarto grado de secundaria presentan un nivel moderado a alto en el uso de herramientas de inteligencia artificial para el aprendizaje de funciones matemáticas. A su vez, la comprensión de funciones alcanzó niveles adecuados, con medias superiores al 75 % en todas las dimensiones evaluadas.

El **análisis correlacional** reveló la existencia de una **correlación positiva moderada** ($r = 0.62$, $p = 0.001$) entre el uso de herramientas de IA y la comprensión de funciones matemáticas. Este hallazgo permite afirmar que los estudiantes que utilizan con mayor frecuencia y eficacia las herramientas digitales tienden a mostrar una mejor comprensión conceptual y procedimental de las funciones.

Estos resultados guardan coherencia directa con el objetivo general de la investigación, que buscaba determinar la relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en estudiantes de educación secundaria. Asimismo, respaldan los objetivos específicos, al evidenciar cómo el uso de estas

herramientas facilita tanto la comprensión conceptual (identificación de características y representación gráfica), como el desarrollo de habilidades para el análisis de comportamiento y la resolución de problemas aplicados.

La discusión de los resultados también permite establecer una **relación consistente con los antecedentes revisados**. En estudios internacionales, Johnson y Adams (2021) y Smith y Brown (2020) demostraron que la integración de la IA en la enseñanza de las matemáticas potencia la comprensión conceptual y la resolución de problemas. En el contexto nacional, Rojas y Castillo (2020) y Fernández y Medina (2021) destacaron la contribución de herramientas como *GeoGebra* y *Wolfram Alpha* para mejorar la representación gráfica y la aplicación de funciones en situaciones contextualizadas. Los hallazgos de la presente investigación confirman estas tendencias, evidenciando que el uso de herramientas de IA en el aula secundaria se asocia positivamente con el logro de aprendizajes significativos en el campo de las funciones matemáticas.

Desde una perspectiva pedagógica, estos resultados refuerzan la importancia de **integrar de manera planificada y reflexiva las herramientas de inteligencia artificial** en la enseñanza de la Matemática. El uso de aplicaciones interactivas permite que los estudiantes visualicen dinámicamente los conceptos, experimenten con distintas representaciones y desarrollen un pensamiento matemático más profundo. Además, promueve el aprendizaje autónomo y colaborativo, en sintonía con los enfoques pedagógicos actuales centrados en el estudiante.

Entre las **implicancias pedagógicas** más relevantes, se destaca la necesidad de fortalecer la **competencia digital docente**, a fin de que los profesores puedan seleccionar,

diseñar y utilizar adecuadamente las herramientas de IA en sus prácticas de aula. Asimismo, se sugiere promover estrategias de acompañamiento pedagógico que orienten a los estudiantes en el uso ético, crítico y significativo de estas tecnologías.

Finalmente, los resultados obtenidos evidencian que el uso de herramientas de inteligencia artificial constituye un recurso valioso para potenciar el aprendizaje de funciones matemáticas, siempre que su integración se realice de manera coherente con los objetivos curriculares y con las necesidades de los estudiantes. La presente investigación aporta evidencia empírica que respalda la pertinencia de este enfoque, contribuyendo así al fortalecimiento de las prácticas innovadoras en la enseñanza de la Matemática en el nivel secundario.

CONCLUSIONES

Se concluye que existe una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre ambas variables. Los resultados obtenidos en el análisis correlacional ($r = 0.62$, $p = 0.001$) evidencian que, a mayor nivel de uso de herramientas de inteligencia artificial, los estudiantes tienden a alcanzar mejores niveles de comprensión de las funciones matemáticas. Esta relación confirma la hipótesis de la investigación y pone de manifiesto el valor de integrar tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el nivel secundario.

Los estudiantes presentan un nivel moderado a alto de uso, con especial énfasis en aplicaciones como *GeoGebra* y *Wolfram Alpha*, las cuales han sido ampliamente utilizadas en el contexto de la investigación. Las dimensiones evaluadas —frecuencia de uso, tipos de herramientas utilizadas y percepción de utilidad— arrojaron medias superiores a 3.2 en una escala de 1 a 5, destacando la valoración positiva que los estudiantes otorgan a estas herramientas en el aprendizaje de las funciones matemáticas. Los estudiantes reconocen que estas tecnologías les permiten visualizar de manera dinámica los conceptos, resolver problemas más complejos y reforzar su comprensión conceptual, lo que resulta coherente con los enfoques actuales de innovación pedagógica.

Los estudiantes alcanzaron un nivel adecuado de comprensión, con resultados superiores al 75 % en todas las dimensiones evaluadas: identificación de características de las funciones, representación gráfica, análisis de comportamiento y resolución de problemas aplicados. Se destaca particularmente el rendimiento en la dimensión de identificación de características (78 %) y representación gráfica (76 %), lo que refleja una comprensión sólida de los aspectos conceptuales y visuales de las funciones. Sin embargo, se identificaron

oportunidades de mejora en la dimensión de resolución de problemas aplicados (78 %), lo que sugiere la necesidad de reforzar el desarrollo de habilidades para transferir los conocimientos matemáticos a situaciones contextualizadas y del mundo real.

El uso pedagógico de estas herramientas constituye un factor que facilita el aprendizaje de las funciones, al proporcionar experiencias de aprendizaje más activas, interactivas y personalizadas. La correlación positiva identificada respalda la premisa de que la incorporación de tecnologías de inteligencia artificial contribuye no solo a mejorar la comprensión conceptual, sino también a fomentar el pensamiento matemático y el desarrollo de habilidades analíticas en los estudiantes.

Asimismo, se observa que el uso de estas herramientas promueve el aprendizaje autónomo y autorregulado, permitiendo que los estudiantes exploren conceptos a su propio ritmo, reciban retroalimentación inmediata y desarrollen competencias digitales que son esenciales en la sociedad del conocimiento actual. Los hallazgos de esta investigación son coherentes con estudios previos que destacan el valor de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica en la enseñanza de las matemáticas (Johnson & Adams, 2021; Rojas & Castillo, 2020).

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar capacitaciones sistemáticas y continuas para los docentes del área de Matemática, enfocadas en el uso pedagógico de herramientas de inteligencia artificial. Estas capacitaciones deben ir más allá del manejo técnico de las aplicaciones e incluir también el desarrollo de estrategias metodológicas innovadoras que permitan integrar las tecnologías en el diseño de experiencias de aprendizaje significativas. Es importante que los docentes adquieran competencias para seleccionar y adaptar herramientas como *GeoGebra*, *Wolfram Alpha* y plataformas similares, de modo que puedan facilitar la visualización de conceptos complejos, el análisis de funciones y la resolución de problemas contextualizados. Asimismo, dichas capacitaciones deberían promover el intercambio de buenas prácticas entre los docentes y fomentar una cultura de innovación pedagógica en la institución.

Se recomienda que las instituciones educativas incluyan de manera explícita en sus programaciones curriculares y en sus planes de mejora el uso de herramientas de inteligencia artificial como recurso estratégico para el fortalecimiento de las competencias matemáticas. La integración de estas herramientas debe ser planificada y alineada con los objetivos del currículo nacional, en especial con aquellos relacionados con el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y el razonamiento abstracto. Asimismo, se sugiere que se incorporen actividades que promuevan el aprendizaje autónomo, la exploración y la indagación, a través de entornos digitales que favorezcan la construcción activa del conocimiento.

Se recomienda que las instituciones educativas impulsen proyectos interdisciplinarios e innovadores que integren el uso de la inteligencia artificial en diversas áreas del currículo,

más allá del área de Matemática. Estas iniciativas podrían incluir proyectos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (enfoque STEAM), permitiendo que los estudiantes apliquen sus conocimientos matemáticos en contextos reales y en la solución de problemas complejos. Además, este tipo de proyectos favorecen el desarrollo de competencias transversales como el trabajo colaborativo, la creatividad, el pensamiento crítico y la alfabetización digital, competencias fundamentales en el siglo XXI.

Se recomienda establecer mecanismos de monitoreo y evaluación continua sobre el impacto del uso de herramientas de inteligencia artificial en el aprendizaje de las funciones matemáticas. Para ello, se sugiere que los equipos docentes y directivos desarrollen instrumentos de evaluación como listas de cotejo, rúbricas específicas, encuestas a estudiantes y análisis cualitativos de las producciones de los alumnos. Estos procesos de evaluación permitirán identificar avances, dificultades y oportunidades de mejora en la implementación de las tecnologías, asegurando así su integración progresiva y efectiva en la práctica pedagógica.

Finalmente, se recomienda que los padres de familia sean involucrados de manera activa en el proceso de integración de las tecnologías digitales en el aprendizaje de sus hijos. Se sugiere que las instituciones educativas organicen talleres informativos y formativos dirigidos a los padres, con el objetivo de sensibilizarlos sobre el uso educativo de las herramientas de inteligencia artificial y de promover el acompañamiento en casa. La colaboración familia-escuela es fundamental para fomentar un uso responsable y ético de la tecnología, así como para consolidar los aprendizajes adquiridos en el aula.

REFERENCIAS

- Arcavi, A. (2020). *Visualización matemática: Teoría y práctica en la educación matemática*. Ediciones Narcea.
- Blaschke, L. M. (2021). *The digital-age constructivism: Revisiting constructivist principles in online learning environments*. *Journal of Interactive Learning Research*, 32(3), 189–207.
- Chinnappan, M., & Forrester, M. (2022). *Learning Mathematics with Technology: Strategies and Insights*. Springer.
- Chiu, T. K. F., & Chai, C. S. (2021). *Digital learning and technology integration in mathematics education*. *Computers & Education*, 159, 104015.
- Downes, S. (2021). *Connectivism and the implications for digital learning*. *Journal of Online Learning Research*, 7(1), 1–14
- Drijvers, P. (2021). *Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't)*. Springer.
- Fernández, L., & Medina, R. (2021). *Integración de GeoGebra en la enseñanza de funciones matemáticas: Un estudio en educación secundaria*. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 27(3), 45-62.
- González, A., & Pereira, J. (2019). *El uso de tecnologías digitales en la enseñanza de funciones: Una experiencia en secundaria*. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 22(1), 67-85.

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2022). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Jansen, R. S., Van Leeuwen, A., & Erkens, G. (2023). *Self-regulated learning in digital environments: Trends and challenges*. *Computers in Human Behavior*, 140, 107603.
- Johnson, L., & Adams, S. (2021). *Artificial intelligence and personalized learning in secondary mathematics*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-18.
- Kong, S. C. (2022). *Digital constructivism and technology-enhanced learning: Emerging perspectives*. *Educational Technology Research and Development*, 70(5), 1449–1467.
- Lesh, R., & Zawojewski, J. (2020). *Modeling students' mathematical modeling competencies*. *Journal of Mathematical Behavior*, 59, 100803.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2021). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson Education.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Panadero, E. (2022). *Learning to Learn: The Role of Self-Regulated Learning and Digital Technologies*. *Educational Psychologist*, 57(1), 1-13.
- Redecker, C. (2021). *European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu)*. Publications Office of the European Union.
- Rojas, P., & Castillo, M. (2020). *Uso de herramientas digitales en el aprendizaje de funciones matemáticas: Un estudio correlacional en secundaria*. *Revista Peruana de Educación Matemática*, 5(2), 25-38.

- Siemens, G. (2020). *Connectivism: A learning theory for the digital age*. Elearnspace.
- Smith, A., & Brown, C. (2020). *Exploring the Impact of Artificial Intelligence Tools on Mathematical Learning Outcomes*. *Journal of Mathematics Education*, 13(2), 89-105.
- Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2021). *Advancing mathematics education research: Lessons from the past and future directions*. Springer.
- Wing, J. M. (2021). *Computational thinking: What and why?*. *The Link Magazine*, 16(1), 20-23.

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
 FACULTAD DE CIENCIAS HISTÓRICO SOCIALES Y EDUCACIÓN
 ESCUELA PROFESIONAL DE EDUCACIÓN



ANEXO N.º 1: Cuestionario estructurado sobre uso de herramientas de inteligencia artificial

Instrucciones: A continuación, encontrará una serie de afirmaciones sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas. Marque con una "X" la alternativa que mejor represente su opinión.

Nº	Pregunta	Nunca (1)	Raramente (2)	A veces (3)	Frecuentemente (4)	Siempre (5)
1	Utilizo herramientas de inteligencia artificial para estudiar matemáticas.					
2	Las herramientas de IA han facilitado mi aprendizaje de funciones matemáticas.					
3	Uso IA al menos tres veces por semana para resolver problemas matemáticos.					
4	Prefiero usar IA en lugar de métodos tradicionales para estudiar matemáticas.					
5	Las herramientas de IA me ayudan a visualizar mejor los conceptos matemáticos.					

6	Uso IA más para verificar respuestas que para aprender conceptos nuevos.					
7	Gracias a la IA, he mejorado mi desempeño en matemáticas.					
8	Encuentro las explicaciones de IA más comprensibles que las del docente.					
9	Dependo en gran medida de la IA para resolver problemas matemáticos.					
10	Mi forma de estudiar matemáticas ha cambiado gracias a la IA.					
11	Puedo identificar fácilmente el dominio y rango de una función.					
12	Comprendo el concepto de función sin apoyo tecnológico.					
13	Puedo resolver problemas matemáticos sin recurrir a herramientas de IA.					
14	Interpreto correctamente gráficas de funciones en un plano cartesiano.					
15	Las herramientas de IA han mejorado mi comprensión de la relación entre variables en una función.					

16	He mejorado en la resolución de ecuaciones matemáticas gracias a la IA.					
17	Puedo representar gráficamente una función sin herramientas tecnológicas.					
18	Diferencio sin problemas entre funciones lineales, cuadráticas y exponenciales.					
19	Me siento seguro aplicando funciones matemáticas a problemas del mundo real.					
20	El uso de IA ha aumentado mi confianza en la resolución de problemas matemáticos.					

ANEXO N.º 2: Prueba de comprensión de funciones matemáticas

La siguiente prueba ha sido diseñada con el propósito de **evaluar el nivel de comprensión de funciones matemáticas** en los estudiantes de cuarto grado de educación secundaria. Los ítems que la componen permiten valorar diversas dimensiones del aprendizaje de las funciones, tales como la identificación de características, la representación gráfica, el análisis del comportamiento y la resolución de problemas aplicados.

Los resultados de esta prueba contribuirán al análisis de la relación entre el uso de herramientas de inteligencia artificial y la comprensión de funciones matemáticas en el contexto de la presente investigación.

Instrucciones para el estudiante: Lee atentamente cada pregunta y responde según se indica. En los ítems de opción múltiple, marca con una “X” la alternativa que consideres correcta. En los ítems de desarrollo, responde en el espacio proporcionado.

Dimensión 1: Identificación de características de las funciones

1. ¿Cuál es el **dominio** de la función $f(x)=2x+5$?

- a) \mathbb{R} (todos los números reales)
- b) $x > 0$
- c) $x \geq 5$
- d) $x < 0$

2. ¿Cuál es el **rango** de la función cuadrática $f(x)=x^2-4$?

- a) $y \geq -4$
- b) $y \leq -4$
- c) $y = x^2$
- d) $y > 0$

3. En la ecuación de la recta $y=3x-2$, ¿cuál es la **pendiente**?

- a) 2
- b) -2
- c) 3
- d) -3

Dimensión 2: Representación gráfica de funciones

4. Observa la gráfica de una función cuadrática. ¿Qué **parámetro** determina si la parábola abre hacia arriba o hacia abajo?

- a) El término independiente
- b) El coeficiente de x^2
- c) El valor de x en el vértice
- d) La intersección con el eje Y

5. En una gráfica, ¿qué representa el **punto de intersección con el eje Y**?

- a) La pendiente de la función
- b) El dominio de la función
- c) El valor de $f(0)$
- d) El punto donde $x=y$

6. ¿Qué indica la **concavidad** de una parábola en su representación gráfica?

- a) El número de raíces reales
- b) Si la parábola se abre hacia arriba o hacia abajo
- c) La posición del vértice
- d) El intervalo de crecimiento

Dimensión 3: Análisis del comportamiento de las funciones

7. ¿Qué significa que una función sea **creciente en un intervalo**?

- a) Que su gráfica se desplaza hacia la izquierda
- b) Que sus valores de y aumentan a medida que x aumenta

- c) Que su pendiente es cero
- d) Que su gráfica es simétrica

8. ¿Qué describe el **comportamiento asintótico** de una función racional?

- a) El número de soluciones reales
- b) El comportamiento de la función cuando $x \rightarrow 0$ $\rightarrow 0$
- c) El comportamiento de la función cuando $x \rightarrow \infty$ $\rightarrow \infty$
- d) La pendiente de la recta tangente

Dimensión 4: Resolución de problemas aplicados

9. Un taxi cobra una tarifa base de S/ 5 más S/ 2 por cada kilómetro recorrido. ¿Cuál es la función que modela esta situación?

- a) $f(x) = 5x + 2$
- b) $f(x) = 2x + 5$
- c) $f(x) = 5x - 2$
- d) $f(x) = 2x - 5$

10. Un proyectil sigue la trayectoria $h(t) = -5t^2 + 20t + 1$, donde $h(t)$ es la altura en metros y t el tiempo en segundos. ¿En qué momento alcanza su altura máxima?

(Respuesta de desarrollo: _____)

ANEXO N.º 3: Tabla de datos de los estudiantes: uso de herramientas de inteligencia artificial y comprensión de funciones matemáticas

La siguiente tabla presenta los **datos individuales obtenidos de los 30 estudiantes** participantes en el estudio, correspondientes a las dos variables analizadas: el **uso de herramientas de inteligencia artificial** y la **comprensión de funciones matemáticas**. Estos datos fueron utilizados para la elaboración del análisis descriptivo y el análisis correlacional presentados en el Capítulo III de la presente tesis.

Estudiante	Uso de herramientas de IA (Media 1-5)	Comprensión de funciones matemáticas (%)
Estudiante 1	3.8	82
Estudiante 2	3.5	77
Estudiante 3	3.2	75
Estudiante 4	3.9	85
Estudiante 5	4.1	88
Estudiante 6	3.6	80
Estudiante 7	3.4	76
Estudiante 8	3.7	79
Estudiante 9	4	84
Estudiante 10	3.3	74
Estudiante 11	3.9	86
Estudiante 12	4	87

Estudiante 13	3.7	81
Estudiante 14	3.6	80
Estudiante 15	3.5	78
Estudiante 16	3.8	83
Estudiante 17	3.2	72
Estudiante 18	3.4	75
Estudiante 19	4.1	89
Estudiante 20	3.3	73
Estudiante 21	3.5	77
Estudiante 22	3.9	85
Estudiante 23	3.6	80
Estudiante 24	4	86
Estudiante 25	3.7	81
Estudiante 26	3.8	83
Estudiante 27	3.4	76
Estudiante 28	3.6	79
Estudiante 29	4.1	88
Estudiante 30	3.5	78