

Impacto de la IA como herramienta auxiliar en el aprendizaje de las matemáticas

Verónica Murillo Martínez¹

Cómo citar este artículo: Murillo Martínez, V. (2025). Impacto de la IA como herramienta auxiliar en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Fedumar*, 12(1), 35-49. <https://doi.org/10.31948/fpe.v12i1.4920>

Fecha de recepción: 29 de junio de 2025

Fecha de evaluación: 23 de julio de 2025

Fecha de aprobación: 11 de septiembre de 2025

Resumen

La presente investigación se realiza para determinar el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de nivel medio superior en el CECyTE 08 Estación San José, así como evaluar su uso como herramienta auxiliar y develar su impacto en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo correlacional, bajo un diseño cuasiexperimental, donde participaron 138 estudiantes; los instrumentos utilizados fueron la prueba del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) 2017 y 2020, la plataforma Khan Academy y las aplicaciones de Copilot y Wolfram Alpha. Los hallazgos principales muestran que la IA impacta de manera positiva en el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes, mejorando su rendimiento académico; no suple al docente, sino que es una herramienta de apoyo con resultados favorables en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

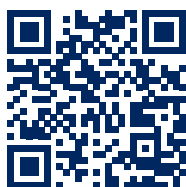
Palabras clave: inteligencia artificial, herramientas digitales, aprendizaje de las matemáticas, educación media superior, rendimiento académico.

Fedumar, Pedagogía y Educación Vol.12 No.1

<https://doi.org/10.31948/rev.fedumar>

Enero - Diciembre 2025 pp. 35-49

ISSN Electrónico 2390-0962



Artículo resultado de la investigación "Impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas", llevado a cabo durante el periodo agosto 2023 a julio 2025. Doctorado en Educación, Universidad Autónoma de Fresnillo.

¹ Dra. (C) en Educación, Universidad Autónoma de Fresnillo, México; Maestría en Humanidades y Procesos Educativos, Universidad Autónoma de Zacatecas; Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Zacatecas; Docente CECyTEZ, Zacatecas; Correo: veronica.murillo.ma@cecytezac.edu.mx

Introducción

La IA es entendida como la capacidad de una máquina para simular y realizar tareas que requieren inteligencia humana, como el razonamiento lógico, el aprendizaje y la resolución de problemas (Bartneck et al., 2021, como se citó en [Morandín-Ahuerma, 2022](#)). Puede hacer frente a situaciones emergentes, responder a preguntas, elaborar planes, como acciones propias de los seres humanos (Arana, 2021, como se citó en [Tomalá et al., 2023](#)), por lo que es una herramienta tecnológica potencialmente útil, presente en diversos sectores; entre ellos, el sector educativo, apoyando en actividades de enseñanza, aprendizaje, administrativas y organizacionales, mejorando la productividad y eficiencia de las personas que llevan a cabo dichas actividades.

En el sector educativo, específicamente en el área de las matemáticas, se han presentado dificultades en los estudiantes, como: el bajo rendimiento académico, la poca adquisición de habilidades matemáticas y la falta de motivación por aprenderlas y comprenderlas. En México, el bajo rendimiento académico está presente en los diferentes niveles educativos, siendo este un problema multifactorial, el cual es identificado por medio de evaluaciones, entendiendo que la evaluación es un proceso sistemático que recoge datos y obtiene información válida y confiable para emitir un juicio, y se utiliza para mejorar la actividad educativa. En México se aplicaron pruebas estandarizadas en los diferentes niveles educativos, con el objetivo de evaluar el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas y lenguaje y comunicación; estas pruebas son: PISA (Programme for International Student Assessment) y PLANEA (Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes), ambas aplicadas a estudiantes que cursan en el nivel medio superior, quienes tienen entre 15 y 18 años de edad.

PISA, al ser una prueba internacional, se aplica a estudiantes de 15 años, y en ella

se obtuvieron los siguientes resultados en el área de matemáticas: 419 puntos en 2009 y 395 en 2022, quedando en ambos años 77 puntos por debajo de la media establecida por la Organización para la Economía Cooperación y Desarrollo (OECD) de 496 y 472 puntos respectivamente. PLANEA, al ser una prueba estandarizada a nivel nacional, se aplica a estudiantes que cursan su último semestre en el nivel medio superior y mide el rendimiento académico en niveles de logro, siendo el Nivel I el más bajo y el Nivel IV el más alto. En esta prueba, el CECyTE 08 Estación San José tenía en 2015 el 58,2 % de sus estudiantes en el nivel I y el 0 % en nivel IV, mientras que en 2022 tenía el 80,6 % en nivel I y el 0 % en nivel IV. Los resultados de ambas pruebas demuestran que el rendimiento académico ha disminuido considerablemente en el área de matemáticas en los estudiantes que cursan el nivel medio superior.

Estos resultados dan la oportunidad de investigar esta problemática y abordarla desde la implementación de la IA, particularmente en el CECyTE 08 Estación San José, el cual brinda educación a nivel medio superior, para lo cual se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es el impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas?, por lo que la IA, al ser una herramienta tecnológica innovadora, ha demostrado tener un impacto positivo en el aprendizaje de las matemáticas, brindando información inmediata y permanente, personalizando el aprendizaje, adecuándose a las necesidades de los estudiantes, generando la motivación para aprender por medio de ella, promoviendo el autoaprendizaje y aumentando el rendimiento académico.

Esta investigación se llevó a cabo en el CECyTE 08 Estación San José, localizado en el municipio de Fresnillo, Zacatecas, México, durante el periodo agosto – diciembre 2024, donde participaron 138 estudiantes que cursaban el quinto semestre del nivel medio superior, limitando la investigación al área de conocimiento de las matemáticas, para lo cual se estableció como objetivo

general, medir el impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas; y, como objetivos específicos: evaluar el uso, develar el impacto y proponer estrategias de uso de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas el uso de la IA y así, validar alguna de las hipótesis planteadas.

Aproximación teórica

Al hablar de la IA en la educación, esta toma diferentes enfoques: uno, centrado en la enseñanza, donde a través de chatbots actúa como tutor brindando acompañamiento y respondiendo preguntas (Moreno, 2019); otro, centrado en el aprendizaje, interactuando de manera permanente, brindando información, proporcionando tutoría y promoviendo el autoaprendizaje. Otro enfoque se basa en el estudiante, donde se personaliza los recursos y el entorno de aprendizaje (Rivero et al., 2009,, como se cita en Parra et al., 2023), permitiendo experiencias de aprendizaje individualizadas y significativas, mejorando la motivación esencial en el proceso de aprendizaje (Zavala et al., 2023) creando entornos de aprendizaje inteligentes, adaptables, flexibles y autónomos (García et al., 2023), lo que brinda múltiples beneficios a los estudiantes para lograr el desarrollo de habilidades matemáticas, tecnológicas y, mejorar el rendimiento académico.

El aprendizaje es un cambio en las asociaciones o representaciones mentales de los estudiantes (Heredia y Aradillas, 2013), cuya información nueva es utilizada en un momento determinado del proceso de aprendizaje (García, 2015, como se cita en Ramírez y Olmos, 2020). La teoría del constructivismo desarrollada por Jean Piaget establece tres etapas de adquisición de conocimientos: asimilación, acomodación y equilibración, donde las dos primeras explican el proceso del desarrollo cognitivo (Blancafort et al., 2019), lo que indica que los nuevos conocimientos y los anteriores se reestructuran generando nuevos aprendizajes. Por otro lado, la

teoría de aprendizaje significativo de David Ausbel hace referencia a la conexión de los conocimientos previos y los nuevos conocimientos (Blancafort et al., 2019), generando un aprendizaje significativo, por lo que la IA puede implementarse para el análisis de datos, reconocimiento de patrones, potenciando el aprendizaje significativo en los estudiantes (Ruiz y Yépez, 2024).

La teoría del aprendizaje adaptativo es un método de instrucción que genera un aprendizaje personalizado haciendo uso de medios computacionales (Rocha et al., 2020), fomenta la autonomía y motivación en el aprendizaje, adaptando contenidos al ritmo y necesidades del estudiante, donde se le considera como un individuo activo con fortalezas, debilidades y necesidades (Morillo, 2016), por lo que la IA ayuda a personalizar el proceso de aprendizaje, adaptándose a sus necesidades y monitoreando su avance y rendimiento académico, permitiéndole que se enfoque en las áreas que identifica más débiles dentro de su proceso de aprendizaje (Palma-Landirez et al., 2024), para mejorar sus habilidades y conocimientos potencializando su aprendizaje.

Por otra parte, la teoría de la interacción humano-computadora, hace referencia al intercambio de información, acción y datos entre el ser humano y la computadora, dando esta interacción en ambos sentidos, siendo un ejemplo, la interacción de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) y el usuario a través de una serie de órdenes llamadas *prompts*, generadas por el usuario y la respuesta dada por la IAG (Zaragoza, 2024); por ende, esta interacción la IA puede utilizarse como un recurso de apoyo en las estrategias de aprendizaje, para lograr la adquisición de conocimientos significativos en los estudiantes en el área de matemáticas.

Metodología

La educación es el resultado de la interacción de dos procesos: la enseñanza y el

aprendizaje, los cuales han sido impactados e influenciados por la inmersión de la tecnología, generando cambios en la forma de enseñar y de aprender. Hoy en día, la IA se incorpora a los procesos educativos, ocasionando cambios positivos al desarrollar habilidades tecnológicas, motivar, facilitar y personalizar la enseñanza y el aprendizaje, por lo que es importante investigar bajo una determinada metodología, su impacto en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de nivel medio superior.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo; se busca estimar el impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas de una manera numérica, planteando la pregunta de investigación que guía todo el estudio, recolectando datos arrojados por los instrumentos aplicados, obteniendo información numérica basada en las variables implícitas en las hipótesis planteadas:

- La IA impacta de manera positiva en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.
- La IA impacta de manera negativa en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.
- La IA no impacta de ninguna manera en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

Al validar alguna de ellas, se genera nuevo conocimiento sobre el impacto de la IA en el proceso de aprendizaje.

El alcance de la investigación es descriptivo-correlacional, ya que se tiene como finalidad especificar las características del proceso de aprendizaje de las matemáticas al utilizar la IA como herramienta auxiliar y conocer la relación que existe entre el tipo de intervención (variable independiente) y el aprendizaje de las matemáticas (variable dependiente).

El diseño fue de tipo cuasiexperimental, donde se manipuló de manera deliberada

el tipo de intervención tradicional o con IA (variable independiente), para medir su efecto sobre el aprendizaje de las matemáticas (variable dependiente). En este tipo de diseño, los grupos no se eligen al azar ni se emparejan, debido a que ya están formados con anterioridad, por lo que se tiene un grupo de control 5C y cuatro grupos experimentales: 5B y 5D con intervención tradicional y 5A y 5E con intervención con IA.

Esta investigación se llevó a cabo durante el periodo agosto – diciembre de 2024 en el CECyTE 08 Estación San José; la muestra fue no probabilística tipo censo; participaron 138 estudiantes que cursaban el quinto semestre en el nivel medio superior y que estaban en condiciones de ser evaluados para determinar el nivel de logro de los conocimientos matemáticos adquiridos durante la formación académica, ya que cuentan con los conocimientos necesarios que evalúa la prueba PLANEA.

Los instrumentos utilizados fueron las pruebas PLANEA 2017 y 2020, ambas conformadas por 50 ítems de opción múltiple que miden las habilidades matemáticas de sentido numérico y pensamiento algebraico, cambios y relaciones, forma, espacio y medida y manejo de la información, así como las herramientas tecnológicas de Khan Academy, las aplicaciones de Copilot y Wolfram Alpha como herramientas con IA.

Para realizar el análisis estadístico se usó el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) y Excel. En Excel se determina en ambas pruebas, tablas de frecuencias, rangos, valores máximos y mínimos, porcentajes, medidas de tendencia central, así como desviación estándar y varianzas como parte del estudio estadístico descriptivo. En SPSS se realizaron pruebas de normalidad, homogeneidad, ANOVA y prueba post hoc HSD Tukey como parte del estudio estadístico inferencial.

El proceso de investigación se realizó en el siguiente orden: se estableció la muestra y se determinó el grupo de control y los

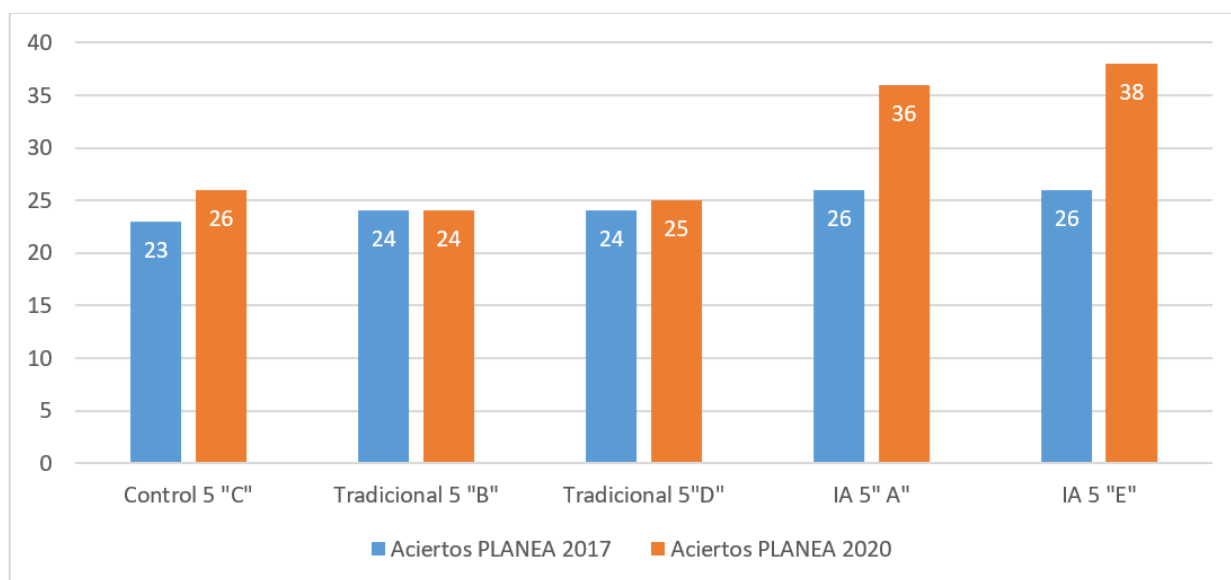
grupos experimentales; se aplicó la prueba pretest, se recolectaron los datos y se hizo la limpieza de los mismos. Posteriormente, en los grupos experimentales se intervino de forma tradicional y con IA para luego aplicar la prueba posttest, recolectar nuevamente los datos y realizar su limpieza para someterlos al análisis estadístico en los programas de Excel y SPSS y obtener los resultados numéricos de la investigación, para ser interpretados y mostrados, y dar a conocer el impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, verificando el cumplimiento de los objetivos (general y específicos) así como la validación de alguna de las hipótesis planteadas.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados más sobresalientes obtenidos sobre el impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, después de la aplicación de las pruebas PLANEA 2017 y PLANEA 2020 y la realización de las intervenciones de manera tradicional y con IA, retomando la pregunta de investigación, el objetivo general y específicos, así como las hipótesis planteadas para esta investigación.

Figura 1

Resultados obtenidos en pruebas PLANEA 2017 – 2020 por tipo de intervención



En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas pretest PLANEA 2017 y la prueba posttest PLANEA 2020, donde se puede observar que no existen cambios significativos entre los resultados en el grupo de control y grupos de intervención tradicional, mientras que los grupos con intervención con IA muestran una diferencia de once aciertos en promedio, donde en una primera impresión se puede observar que la intervención con IA tuvo un impacto en las habilidades matemáticas que estas pruebas evalúan, mejorando el rendimiento académico. Después, a los datos obtenidos en las pruebas se les aplicaron pruebas de normalidad, obteniendo los siguientes datos:

Figura 2

Prueba de normalidad prueba pretest PLANEA 2020 por grupo

Pruebas de normalidad							
	Grupo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aciertos 2017	Control	.110	28	.200*	.969	28	.541
	IA 5A	.133	27	.200*	.965	27	.466
	IA 5E	.153	29	.082	.947	29	.157
	Trad 5B	.114	23	.200*	.964	23	.545
	Trad 5D	.118	31	.200*	.936	31	.064

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2017 por medio de SPSS.

En la Figura 2 se observa que PLANEA 2017 tiene una Sig (p-valor) mayor a 0.05 en todos los grupos, lo que indica que los datos tienden a la normalidad, ya que no presentan diferencias importantes o significativas respecto a su distribución, lo cual sugiere que se puede aplicar pruebas paramétricas a los datos de la prueba pretest PLANEA 2017.

Figura 3

Prueba de normalidad prueba pretest PLANEA 2020 por grupo

Pruebas de normalidad							
	Grupo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aciertos 2020	Control	.099	28	.200*	.971	28	.600
	IA 5A	.137	27	.200*	.968	27	.554
	IA 5E	.206	29	.003	.826	29	.000
	Trad 5B	.095	23	.200*	.971	23	.711
	Trad 5D	.128	31	.200*	.963	31	.341

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2020 por medio del SPSS.

En la Figura 3 se observa que los grupos Control 5C, Tradicional 5B, Tradicional 5D e IA 5A siguen una distribución normal, ya que Sig (p-valor) es mayor que 0.05, mientras que el grupo de IA 5E, mostró una significancia Sig (p-valor) de 0.003, por lo que se revisa la gráfica Q-Q de normalidad, sugiriendo que la mayoría de los datos son normales y se puede aplicar pruebas paramétricas a los datos de la prueba postest PLANEA 2020.

Después de comprobar que todos los datos tienen una distribución normal, se aplicaron pruebas de homogeneidad de varianzas, donde se obtuvo lo siguiente:

Figura 4

Pruebas de homogeneidad PLANEA 2017

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Aciertos 2017	Se basa en la media	.719	4	133	.581
	Se basa en la mediana	.725	4	133	.577
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.725	4	127.083	.577
	Se basa en la media recortada	.747	4	133	.561

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2017 por medio del SPSS.

En la Figura 4 se observa que la prueba de homogeneidad de estadístico de Levene para la prueba PLANEA 2017 se obtuvo una Sig (p-valor) mayor que 0.05 en todos los criterios, lo que sugiere que los datos muestran una homogeneidad de varianzas.

Figura 5

Pruebas de homogeneidad PLANEA 2020

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Aciertos 2020	Se basa en la media	1.515	4	133	.201
	Se basa en la mediana	1.162	4	133	.331
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.162	4	98.488	.332
	Se basa en la media recortada	1.452	4	133	.220

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2020 por medio del SPSS.

En la Figura 5 se observa que la prueba de homogeneidad de estadístico de Levene para la prueba PLANEA 2020 se obtuvo una Sig (p-valor) mayor que 0.05 en todos los criterios, lo que sugiere que los datos muestran una homogeneidad de varianzas.

Por lo tanto, las pruebas de homogeneidad realizadas a PLANEA 2017 y PLANEA 2020 evidencian que existe una homogeneidad de varianzas, permitiendo realizar pruebas paramétricas pertinentes para esta investigación.

Después de estos resultados, se procedió a realizar la prueba de ANOVA de una vía en los datos obtenidos en las pruebas PLANEA 2017 y 2020, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 6

Prueba ANOVA para pretest PLANEA 2017

ANOVA					
Aciertos 2017					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	241.358	4	60.339	3.920	.005
Dentro de grupos	2047.055	133	15.391		
Total	2288.413	137			

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2017 por medio del SPSS.

En la Figura 6 se observa que en la prueba PLANEA 2017 se obtuvo un valor de Sig (p-valor) de 0.005 menor que 0.05, lo que permite determinar que entre los grupos existe una diferencia estadística significativa entre sus medias, sugiriendo la aplicación de la prueba post hoc para identificar entre qué grupos existen diferencias estadísticamente significativas.

Figura 7

Prueba post hoc en preprueba pretest PLANEA 2017

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Aciertos 2017						
HSD Tukey						
(I) GRUPO_NUM	(J) GRUPO_NUM	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Control 5C	IA 5A	-1.589	1.058	.563	-4.52	1.34
	IA 5E	-1.935	1.039	.343	-4.81	.94
	Tradicional 5B	-2.933	1.104	.066	-5.99	.12
	Tradicional 5D	.732	1.023	.953	-2.10	3.56
IA 5A	Control 5C	1.589	1.058	.563	-1.34	4.52
	IA 5E	-.346	1.049	.997	-3.25	2.56
	Tradicional 5B	-1.345	1.113	.747	-4.42	1.73
	Tradicional 5D	2.320	1.033	.169	-.54	5.18
IA 5E	Control 5C	1.935	1.039	.343	-.94	4.81
	IA 5A	.346	1.049	.997	-2.56	3.25
	Tradicional 5B	-.999	1.095	.892	-4.03	2.03
	Tradicional 5D	2.666	1.014	.071	-.14	5.47
Tradicional 5B	Control 5C	2.933	1.104	.066	-.12	5.99
	IA 5A	1.345	1.113	.747	-1.73	4.42
	IA 5E	.999	1.095	.892	-2.03	4.03
	Tradicional 5D	3.665*	1.080	.008	.68	6.65
Tradicional 5D	Control 5C	-.732	1.023	.953	-3.56	2.10
	IA 5A	-2.320	1.033	.169	-5.18	.54
	IA 5E	-2.666	1.014	.071	-5.47	.14
	Tradicional 5B	-3.665*	1.080	.008	-6.65	-.68

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2017 por medio del SPSS.

La Figura 7 muestra los resultados obtenidos en la HSD Tukey, donde se puede observar que entre los grupos Tradicional 5B y Tradicional 5D se obtuvo un Sig (p-valor) de 0.008 menor que 0.05, lo que indica que hay una diferencia significativa entre estos grupos. Al comparar los demás grupos, todos mostraron valores de Sig por encima de 0.05, indicando que no existe diferencia estadística significativa.

Figura 8

Prueba ANOVA para posttest PLANEA 2020

ANOVA					
Aciertos 2020					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	543.564	4	135.891	5.107	.001
Dentro de grupos	3538.820	133	26.608		
Total	4082.384	137			

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2017 por medio del SPSS.

En la Figura 8 se observa que en la prueba posttest PLANEA 2020 el valor de Sig (p-valor) es de 0.001 menor que 0.05, lo que permite determinar que entre los grupos sí hay una diferencia estadística significativa entre sus medias, por lo que se aplicó la prueba post hoc de comparación múltiple HSD Tukey para identificar entre qué grupos existen diferencias estadísticamente significativas, la cual mostró la diferencia significativa entre grupos.

Figura 9

Prueba post hoc en prueba posttest PLANEA 2020

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Aciertos 2020						
HSD Tukey						
(I) GRUPO_NUM	(J) GRUPO_NUM	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Control 5C	IA 5A	-5.204 [*]	1.391	.002	-9.05	-1.36
	IA 5E	-2.914	1.367	.213	-6.69	.87
	Tradicional 5B	-2.109	1.452	.595	-6.12	1.91
	Tradicional 5D	.048	1.345	1.000	-3.67	3.77
IA 5A	Control 5C	5.204 [*]	1.391	.002	1.36	9.05
	IA 5E	2.290	1.379	.462	-1.53	6.10
	Tradicional 5B	3.095	1.464	.220	-.95	7.14
	Tradicional 5D	5.252 [*]	1.358	.002	1.50	9.01
IA 5E	Control 5C	2.914	1.367	.213	-.87	6.69
	IA 5A	-2.290	1.379	.462	-6.10	1.53
	Tradicional 5B	.805	1.440	.981	-3.18	4.79
	Tradicional 5D	2.962	1.333	.178	-.72	6.65
Tradicional 5B	Control 5C	2.109	1.452	.595	-1.91	6.12
	IA 5A	-3.095	1.464	.220	-7.14	.95
	IA 5E	-.805	1.440	.981	-4.79	3.18
	Tradicional 5D	2.157	1.420	.552	-1.77	6.08
Tradicional 5D	Control 5C	-.048	1.345	1.000	-3.77	3.67
	IA 5A	-5.252 [*]	1.358	.002	-9.01	-1.50
	IA 5E	-2.962	1.333	.178	-6.65	.72
	Tradicional 5B	-2.157	1.420	.552	-6.08	1.77

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. Información obtenida de la prueba pretest PLANEA 2017 por medio del SPSS.

La Figura 9 permite apreciar los resultados obtenidos en la HSD Tukey, donde el valor de Sig (p-valor) entre el grupo de Control 5C y tradicional 5D en comparación con IA 5A es de .002 menor a .05, lo que indica que existe una diferencia significativa entre estos grupos. También se observa que el grupo tradicional 5B tiene un Sig de .981 al compararse con IA 5E, lo que sugiere que estos grupos son similares en resultados.

Por lo tanto, se concluye que en la prueba posttest PLANEA 2020 los grupos de Control 5C y Tradicional 5D mostraron una diferencia significativa respecto al grupo IA 5A, sugiriendo que la IA tiene un impacto en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes, pero, al mismo tiempo, se encontró que entre los grupos de IA 5E y Tradicional 5B no hubo diferencia significativa, lo que sugiere que la IA puede ser un apoyo para el docente en determinadas situaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, pero no lo reemplazará; será un aliado al trabajar con estudiantes que presenten problemas de aprendizaje, ausentismo, bajo rendimiento académico, etc., sustituyéndole para brindar el acompañamiento durante del proceso de aprendizaje.

En la misma prueba ANOVA para PLANEA 2020 se determinó que con el valor de Sig de 0.001, al ser menor a .05, se rechaza la hipótesis nula que menciona que la IA impacta de manera negativa en el proceso de aprendizaje de las matemáticas y se acepta la hipótesis de investigación, que afirma que la IA impacta de manera positiva en el aprendizaje de las matemáticas.

Otro dato importante para esta investigación es el tamaño del efecto n^2 (eta al cuadrado), expresado en la prueba ANOVA para PLANEA 2020, donde la suma de cuadrados entre grupos es de 543.564 y el total de la suma de cuadrados es 4082.384; por lo tanto, el tamaño del efecto es de 13.31 % lo que indica que este tamaño del efecto es considerado grande, sugiriendo que esas diferencias entre los grupos de Control 5C, Tradicional 5D respecto a IA 5A se deben

a la intervención de la IA en su proceso de aprendizaje de las matemáticas.

De manera resumida, los resultados obtenidos en la prueba PLANEA 2020 mostraron, a través de la prueba ANOVA, el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis de investigación, la cual establece que la IA impacta de manera positiva en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. También se mostró que existe una diferencia significativa entre grupos, y por medio de la prueba HSD Tukey esa diferencia se dio entre los grupos de IA 5A y los grupos de 5C y Tradicional 5D, sugiriendo que la intervención con IA impactó en el aprendizaje de las matemáticas, mejorando el rendimiento académico de los estudiantes.

Otro hallazgo es que, al no existir diferencia significativa entre el grupo de IA 5E con el grupo tradicional 5B, ambas intervenciones tuvieron el mismo efecto, por lo que se sugiere que la IA no suplirá al docente en el proceso de aprendizaje, sino que, efectivamente, es una herramienta auxiliar que lo podrá suplir en momentos o situaciones particulares donde este tenga que realizar otra actividad o atender de manera mas personalizada a determinados estudiantes.

Discusión

De acuerdo con los resultados, se determinó que la IA tiene un impacto sobre el proceso de aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes del nivel medio superior, mostrando un tamaño del efecto grande de un 13.31 %, sugiriendo que esa diferencia significativa es en gran parte en la intervención con IA por medio de la plataforma Khan Academy y las aplicaciones de Copilot y Wolfram Alpha, impactando en su rendimiento académico y su forma de aprender matemáticas.

En esta investigación hubo estudios previos que apoyan los resultados obtenidos sobre el impacto de la IA como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. Por ejemplo, [Jara y Ochoa \(2020\)](#) encontraron que un hallazgo principal

en la enseñanza es la personalización del aprendizaje, la cual puede adaptarse a las características y necesidades individuales de los estudiantes. Por su parte, [Guacán et al. \(2023\)](#) destacan que la IA tiene la capacidad de cambiar la forma de enseñar y aprender ya que, por medio de las herramientas adaptativas se genera la personalización de aprendizaje y permite adaptar contenidos a las necesidades de los estudiantes, lo que apoya los resultados de esta investigación, donde se muestra que con el uso de la IA a través de algunas aplicaciones, se logró mejorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes, adaptando la IA a sus necesidades y estilos de aprendizaje, cambiando su forma de aprender matemáticas y mejorando su rendimiento académico.

[Barboza \(2024\)](#) afirma que se aprende a resolver los problemas matemáticos de dos formas distintas: una, a través de seguir ciertas reglas matemáticas, y otra, mediante el pensamiento, donde están implicadas las funciones cognitivas, por lo cual, al implementar la IA como una herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje, esta ayudará al estudiante a resolver cualquier problema matemático y a abordarlo desde estas dos formas de aprendizaje, y no solo a buscar un resultado matemático.

Con el uso de las tecnologías educativas se mejora el aprendizaje y el rendimiento académico, ya que estas proporcionan experiencias interactivas que ayudan al estudiante y lo motivan en su proceso de aprendizaje. [Maldonado-Chacón et al. \(2024\)](#) expresan que, implementar la IA como recurso didáctico favorece el aprendizaje y el desarrollo de tareas, repaso, rendimiento de exámenes que apoyan el autoaprendizaje. [Guishca et al. \(2024\)](#) mencionan que, al incorporar la IA, esta ofrece retroalimentación inmediata, permitiendo identificar errores y dando la oportunidad a corregir en seguida, lo cual coincide con los resultados, ya que los estudiantes que recibieron intervención con IA vivieron la experiencia de dicha interacción y mejoraron su rendimiento

académico, mejorando sus conocimientos matemáticos por medio de las aplicaciones de Khan Academy, Wolfram Alpha y Copilot.

Por ello, los resultados de esta investigación se alinean con estudios previos, sugiriendo que la IA tiene un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en matemáticas, por lo que se refuerza la idea de que estas herramientas de IA ayudan a mejorar el aprendizaje, motivan a los estudiantes y les brindan apoyo, experiencia interactiva y tutoría de manera permanente, llevando al mejoramiento de su rendimiento académico.

Estos resultados se alinean con el enfoque de la teoría del constructivismo, donde los estudiantes reajustan su estructura cognitiva incorporando nuevos conocimientos a partir del contacto con la cultura y la dinámica social. Esto indica que el estudiante, al interactuar con la IA, genera nuevos conocimientos que incorpora a los que ya posee, fortaleciéndolos y mostrando mejoras en su desempeño académico en el área de matemáticas.

Por otro lado, también existe la conexión con la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel, la cual es mencionada por [Blancafort et al. \(2019\)](#), como la influencia de todos los elementos que intervienen en el proceso de aprendizaje para generar el aprendizaje significativo, concebido como la conexión entre conocimientos previos y nueva información. Por lo tanto, esto puede demostrarse con la intervención con IA, ya que en dicha intervención se abordaron temas antes vistos por el estudiante durante su formación académica a nivel media superior, y con la intervención se realizó la conexión entre lo que ya sabía y los nuevos conocimientos adquiridos mediante aplicaciones con IA.

El uso de la IA como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje de las matemáticas coincide con la teoría del aprendizaje adaptativo, como plantea [Morillo \(2016\)](#), quien cree que, para generar aprendizaje, se debe tomar en cuenta al

estudiante como un sujeto activo, con fortalezas, debilidades y necesidades, considerando su desempeño para pensar en una ruta de aprendizaje de acuerdo con sus necesidades. Este tipo de aprendizaje fomenta la autonomía y motivación del estudiante, lo pone en el centro de su propio aprendizaje, adaptando los contenidos a su ritmo, por lo que los resultados sugieren que con la IA se logró identificar las fortalezas y áreas de oportunidad en los estudiantes, brindándoles la guía que requerían para reforzar sus conocimientos y adaptar la forma de abordar los temas según su estilo de aprendizaje.

Asimismo, estos resultados se alinean con la teoría de la interacción humano-computadora como plantean [Cobarrubias et al. \(2022\)](#), quienes exponen que esta genera intercambio de información, datos y acciones entre el hombre y la máquina. Esta interacción fluye en ambos sentidos, por lo que ocasionó los resultados obtenidos en esta investigación, donde se mostró que la interacción entre los estudiantes y las aplicaciones con IA generó intercambio de información, logrando mejorar el desempeño académico en el área de matemáticas mediante la prueba PLANEA 2020.

Se logró alcanzar los objetivos planteados. El objetivo general de medir el impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas se dio a través de las pruebas realizadas al pretest y postest sobre normalidad, ANOVA y HSD Tukey, confirmando normalidad de los datos y la existencia de diferencias significativas, sugiriendo que la IA impacta de manera positiva en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, mostrando entre qué grupos se dio dicha diferencia.

En cuanto al objetivo específico de evaluar el uso de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, este fue logrado al aplicar el análisis estadístico por medio de las pruebas paramétricas, donde quedó demostrado en

la prueba de ANOVA para PLANEA 2020, donde el Sig (p-valor) de .001 sugirió una diferencia significativa que se corroboró en la prueba HSD Tukey entre el grupo de IA 5A con respecto al Tradicional 5D y Control 5C, cuyo valor de Sig fue de .002, demostrando que el uso de la IA en la intervención tuvo efecto en los resultados obtenidos por IA 5A en PLANEA 2020.

El objetivo de develar el impacto de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas fue alcanzado por medio del tamaño del efecto, el cual arrojó 13,31 %, el cual es significativo para la investigación, sugiriendo que con el uso de la IA se mejora el desempeño académico de los estudiantes en el área de las matemáticas.

Para el objetivo de proponer estrategias del uso de la IA como herramienta auxiliar en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, se sugiere que esta intervención pueda aplicarse a todos los grupos de la institución, no solo en las asignaturas de matemáticas, sino en otras asignaturas, para medir el efecto que esta puede llegar a presentar, permitiendo realizar ajustes en las metodologías y estrategias didácticas implementadas por los docentes para el proceso de enseñanza-aprendizaje. De igual manera, se insinúa capacitar a la planta docente sobre el uso de aplicaciones y plataformas de IA acordes con sus asignaturas, para poder identificar su impacto en el quehacer docente, así como su uso y aplicación en los estudiantes, ayudando al docente como un tutor virtual disponible 24 horas al servicio de los estudiantes.

Conclusiones

Los resultados obtenidos por medio del análisis estadístico demostraron que la IA mejoró en rendimiento académico en los grupos de IA 5A en 10 puntos y en IA 5E en 12 puntos en la prueba postest PLANEA 2020 respecto a los resultados obtenidos en la prueba pretest PLANEA 2017.

Se comprobó la hipótesis de investigación a través de la prueba ANOVA, en cuanto a que la IA impacta de manera positiva en el proceso de aprendizaje de las matemáticas y que el tamaño de efecto de 13,31 % sugiere que los cambios obtenidos son generados en gran medida por la intervención realizada por la IA.

Con estos resultados se logra impactar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y, por ende, en el rendimiento académico, sugiriendo cambios en la práctica docente y en las didácticas de enseñanza-aprendizaje, incorporando herramientas con IA para mejorar el rendimiento académico, generar nuevas experiencias de aprendizaje, motivar al estudiante en su autoaprendizaje y desarrollar habilidades tecnológicas.

Respecto a las limitaciones de esta investigación, está el tamaño de la muestra, la brecha digital aún existente en las instituciones educativas en México, lo que impide beneficiar a estudiantes y docentes de las bondades que la IA puede aportar al proceso de enseñanza-aprendizaje. Otra limitante es la familiaridad o no familiaridad de los estudiantes con las herramientas y dispositivos móviles para el uso de la IA en su proceso de aprendizaje en las matemáticas, así como la aplicación de esta investigación en instituciones que no cuenten con los equipos tecnológicos requeridos y la conectividad a internet.

Estos resultados contribuyen al campo educativo, demostrando que el uso de la IA impacta positivamente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, mejorando el rendimiento académico a través del uso de aplicaciones con IA que ayudan a personalizar el aprendizaje según sus necesidades.

En el nivel teórico, estos resultados apoyan la importancia de introducir en el proceso de enseñanza-aprendizaje la IA como una herramienta de apoyo. A los estudiantes, la IA les facilita el aprendizaje por medio de experiencias interactivas a través de los

dispositivos móviles, motivándolos a seguir aprendiendo de manera autónoma y lúdica.

De forma práctica, estos resultados pueden ayudar a los docentes a identificar qué aplicaciones o plataformas pueden acompañar a sus estudiantes en su proceso de aprendizaje, a indagar sobre el impacto de la IA en determinados temas, así como el impacto en su aprendizaje matemático a corto y mediano plazo. Igualmente, pueden ayudar a proponer metodologías y estrategias didácticas entre la planta docente para integrar a la IA en cualquier área de conocimiento, para medir su impacto y hacer que docentes y estudiantes hagan uso de ella de manera adecuada y ética, siempre teniendo presente que el objetivo principal es obtener conocimientos significativos y permanentes.

A nivel institucional, estos resultados pueden ayudar a trazar nuevas directrices en cuanto a las estrategias didácticas implementadas en las aulas, mejorando el rendimiento académico y permitiendo que más estudiantes puedan ingresar al nivel superior con los niveles de conocimientos matemáticos requeridos, así como las habilidades tecnológicas necesarias para trabajar con aplicaciones y plataformas que apoyen su aprendizaje.

A partir de estos resultados se abren futuras líneas de investigación para el uso e impacto de la IA en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en diferentes niveles educativos, diferentes instituciones del nivel medio superior, así como en otras áreas del conocimiento. También se puede indagar sobre las aplicaciones y plataformas con IA que contribuyan al mejoramiento de la enseñanza de las matemáticas de manera efectiva, tomando en cuenta el uso correcto y ético de estas herramientas por parte de docentes y estudiantes, indagar sobre otras herramientas de IA que personalicen más el aprendizaje de los estudiantes y en los avances que la IA va mostrando a través del tiempo y su impacto en la educación.

Referencias

- Barboza, P. (2024). Influencia de los sesgos cognitivos para el aprendizaje de las matemáticas en Educación Media Superior. *Revista FEDUMAR*, 11(1), 75-83. <https://doi.org/10.31948/fpe.v11i1.4312>
- Blancafort, C., González, J. y Sisti, O. (2019). El aprendizaje significativo en la era de las tecnologías digitales. En *Pedagogías emergentes en la sociedad digital*, (pp. 49-60). LiberLibro Ediciones.
- Cobarrubias, N., Rodríguez, H. y Zaldívar, X. P. (2022). Diseño centrado en el usuario: interacción hombre-computadora. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, 6(6), 78-84. <https://doi.org/10.61530/redtis.2022.6.6.124.7>
- García, J. A., Sakibaru, L. A., Ortega, Y. K., García, B. L., Guevara, Y. y Vargas, C. A. (2023). *Inteligencia artificial en la praxis docente: vínculo entre la tecnología y el proceso de aprendizaje*. Mar Caribe de Josefrank Pernaletto Lugo.
- Guacán, R. C., Miguez, R. E., Lozada, R. F., Jácome, D. I. y Cruz, W. A. (2023). La inteligencia artificial utilizada como un recurso para el aprendizaje. *Ciencia Latina, Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 8263-8277. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7561
- Guishca, L. A., Bernal, A. P., Martínez, M. Y., Pinargote, V. G., Alcívar, V. E., Pinargote, V. L., Pisco, J. E., Cárdenas, V. N. y Guevara, E. S. (2024). Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de matemáticas: un enfoque personalizado para mejorar el aprendizaje. *Ciencia Latina, Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 818-839. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14114
- Heredia, Y. y Aradillas, A. L. (2013). *Teorías del aprendizaje en el contexto educativo*. Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Jara, I. y Ochoa, J. M. (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0002380>
- Maldonado-Chacón, M., Gordón-Merizalde, G., Segovia-Guamán, F., Miño-Peñafiel, N. (2024). Uso de la inteligencia artificial en el proceso de aprendizaje de estudiantes de tercer curso de bachillerato. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 9(19), 17-31. <https://doi.org/10.53877/rc9.19-553>
- Morandín-Ahuerma, F. (2022). ¿What is Artificial Intelligence? *International Journal of Research Publications and Reviews*, 3(12), 1947-1951. <https://philpapers.org/rec/MORQEI-2>
- Moreno, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, RITI*, 7(14), 141-154. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Morillo, M. (2016). *Aprendizaje adaptativo* (Tesis de maestría, Universidad de Valladolid). <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/21000>
- Palma-Landirez, K. G., Feijoo-Romero, O. S. y Rumbaut-Rangel, D. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en el rendimiento académico de los estudiantes de tercer año de bachillerato. *MQRInvestigar*, 8(2), 4012-4025. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.4012-4025>
- Parra, J. S., Torres, I. D. y Martínez, C. Y. (2023). Personalización de recursos para la enseñanza de matemáticas universitarias usando inteligencia artificial. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, 16(1), 319-340. <https://doi.org/10.15332/25005421.7904>
- Ramírez, M. y Olmos, H. I. (2020). Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. *Naturaleza y Tecnología*, (2). <http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/issue/view/51>

Rocha, G., Juárez, J. A., Fuchs, O. L. y Rebolledo, G. (2020). El rendimiento académico y las actitudes hacia las matemáticas con un sistema tutor adaptativo. *PNA, Revista en Didáctica de la Matemática*, 14(4), 271-290. <https://doi.org/10.30827/pna.v14i4.15202>

Ruiz, G. F. y Yépez, D. A. (2024). Transformando la educación a través de la inteligencia artificial: un enfoque en el aprendizaje significativo. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), 1-15. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)191](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)191)

Tomalá, M. A., Mascaró, E. M., Carrasco, C. G. y Aroni, E. V. (2023). Incidencias de la inteligencia artificial en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), 238-251. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.238-251](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.238-251)

Zaragoza, G. A. (2024). Implementación de herramientas de la IA generativa que favorecen el aprendizaje significativo en la EMS. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45495. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)495](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)495)

Zavala, E. P., Salazar, D. P., Albán, E. H. y Mayorga, A. L. (2023). El rol de la inteligencia artificial en la enseñanza-aprendizaje de la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 3028-3036. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i3>

Declaración uso inteligencia artificial

En la elaboración de este artículo, la autora no utilizó ninguna herramienta o servicio de inteligencia artificial.