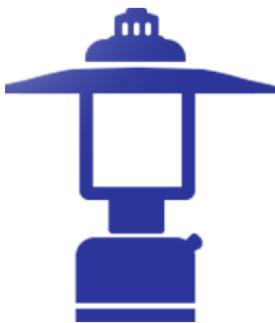


## USO DE CHATGPT PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE LAS FUNCIONES MATEMÁTICAS EN SEGUNDO DE BACHILLERATO



### USE OF CHATGPT TO IMPROVE THE LEARNING OF MATHEMATICAL FUNCTIONS IN THE SECOND YEAR OF HIGH SCHOOL

Manuel Ángel Plaza García <sup>1\*</sup>

E-mail: [mapla1074@gmail.com](mailto:mapla1074@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0175-2665>

Maoly Arlette Mendoza Mosquera<sup>1</sup>

E-mail: [maoly7369@gmail.com](mailto:maoly7369@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5840-5405>

Raidell Avello Martínez<sup>2</sup>

E-mail: [raidell.avello@udc.es](mailto:raidell.avello@udc.es)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7200-632X>

Tatiana Tapia Bastidas <sup>1</sup>

E-mail: [ttapia@ube.edu.ec](mailto:ttapia@ube.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9039-5517>

<sup>1</sup> Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Guayas. Ecuador

<sup>2</sup> Universidad da Coruña, España

\*Autor para correspondencia

#### Cita sugerida (APA 7ma Edición)

Plaza García, M. A., Mendoza Mosquera, M. A., Avello Martínez, R. y Tapia Bastidas, T. (2025). Uso de ChatGPT para mejorar el aprendizaje de las funciones matemáticas en segundo de bachillerato. *Revista Conrado*, 21(102). e4257.

#### RESUMEN

El presente estudio investiga el uso de ChatGPT como herramienta para mejorar el aprendizaje de las funciones matemáticas en estudiantes de segundo de bachillerato en la Unidad Educativa Fiscal “Fanny de Baird”. La investigación se fundamenta en la premisa de que la tecnología, y en particular la inteligencia artificial, puede proporcionar un apoyo personalizado y en tiempo real, que se adapta al ritmo y estilo de aprendizaje de los estudiantes, mejorando así su comprensión y motivación. Se empleó un enfoque cuantitativo con un diseño experimental, donde 28 estudiantes fueron divididos en grupos control y experimental. La recolección de datos incluyó cuestionarios y pruebas de rendimiento académico, aplicadas antes y después de la intervención con ChatGPT. Las hipótesis planteadas sugieren que el uso de esta herramienta tecnológica generará una mejora significativa en el rendimiento académico y en la percepción de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje. Los resultados preliminares indican que ChatGPT no solo contribuye a la comprensión de las funciones matemáticas, sino que también fomenta una mayor interacción y satisfacción en el proceso educativo. Este estudio se convierte en un aporte relevante para el campo de la educación, abriendo nuevas oportunidades para la integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas.

#### Palabras clave:

ChatGPT, aprendizaje de matemáticas, funciones matemáticas, inteligencia artificial, educación.

#### ABSTRACT

This study investigates the use of ChatGPT as a tool to improve the learning of mathematical functions among second-year high school students at Unidad Educativa Fiscal “Fanny de Baird” in Ecuador. The research is based on the premise that technology, particularly artificial intelligence, can provide personalized, real-time support that adapts to the pace and learning style of students, thus enhancing their comprehension and motivation. A quantitative approach with an experimental design was employed, where 28 students were divided into control and experimental groups. Data collection included questionnaires and academic performance tests, applied before and after the intervention with ChatGPT. The proposed hypotheses suggest that using this technological tool will significantly improve both the students' academic performance and their perception of the learning process. Preliminary results indicate that ChatGPT not only contributes to the understanding of mathematical functions but also fosters greater interaction and satisfaction in the educational process. This study offers a valuable contribution to the field



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0.

Vol 21 | No.102 | enero-febrero | 2025  
Publicación continua  
e4257



of education, opening new opportunities for the integration of technologies in the teaching of mathematics.

### Keywords

ChatGPT, mathematics learning, mathematical functions, artificial intelligence, education.

## INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología, ha posibilitado que aparezcan novedosas herramientas que pueden ser aplicadas en el ámbito educativo, el ChatGPT es una de esas herramientas que pueden proporcionar a los estudiantes un refuerzo inmediato de su aprendizaje, así como apoyo y orientación personalizados (Paredes Rizo, 2021; Avello-Martínez & Gajderowicz, 2024). Los docentes deben considerar la posibilidad de incorporar ChatGPT en sus prácticas de enseñanza para ofrecer a sus estudiantes un aprendizaje más personalizado y efectivo (Brandtzaeg & Følstad, 2018); El uso de ChatGPT en la educación presenta una oportunidad única para abordar estas necesidades.

La implementación de ChatGPT en la educación presenta una oportunidad única para satisfacer las necesidades de los estudiantes, ya que pueden proporcionar tutoría personalizada y en tiempo real, adaptándose al ritmo y estilo de aprendizaje de cada individuo. Esto no solo mejora la comprensión de conceptos matemáticos, sino que también incrementa la motivación y el compromiso del estudiante (Hwang et al., 2020; Li et al., 2019).

El uso de los ChatGPT ya ha existido como lo menciona Brandtzaeg & Følstad (2018) en su artículo académico “ChatGPT: necesidades y motivaciones cambiantes de los usuarios” y Hien, et al. (2018) en su artículo “Asistentes inteligentes en entornos de educación superior: FIT-EBot, un ChatGPT para soporte administrativo y de aprendizaje” cabe mencionar que su auge y uso común se incrementó, esto debido a los avances en la Inteligencia Artificial (IA) y el uso masivo de las redes sociales como Facebook, Messenger, Telegram, Slack y Viber en dispositivos móviles. Auqui (2021) evidencia en su artículo: “Chatbot del proceso de aprendizaje universitario: Una revisión sistemática” que los sectores de aplicación donde se usa mayormente un Chatbot son la salud, la educación y el turismo, siendo el más destacado el sector salud, Calabuig et al., (2021) en su artículo: “Aprender como una máquina: introduciendo la Inteligencia Artificial en la enseñanza secundaria” mencionan que diferentes tipos de contenidos se pueden integrar sobre todo si se plantean en forma de juego y como intermediaria una inteligencia artificial, en donde los grupos de estudiantes puedan competir; según Aragón Correa & Silva Ortiz, (2022) menciona que el vínculo entre la inteligencia artificial en las aulas de

aprendizaje, como un medio; permite una fuerte y significativa interacción entre estudiantes y docentes, logrando una mejora en las competencias sociofamiliares pudiendo llegar a los hogares de los educandos, ya que se proporciona personalización a gran escala, debido a que la inteligencia artificial responde a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Los ChatGPT son programas informáticos diseñados para simular conversaciones humanas a través de la inteligencia artificial (IA), lo cual les permite interactuar con los usuarios en tiempo real y proporcionar respuestas personalizadas y automáticas (Brandtzaeg y Følstad, 2018). En el contexto educativo, los ChatGPT han sido utilizados para ofrecer tutoría personalizada, asistencia administrativa, y apoyo en la adquisición de conocimientos, adaptándose a los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes (Hwang et al., 2020).

Investigaciones previas han demostrado que los ChatGPT pueden mejorar significativamente el rendimiento académico de los estudiantes. Por ejemplo, Li et al. (2023) encontraron que los ChatGPT utilizados como tutores virtuales ayudaron a los estudiantes a mejorar su comprensión de los conceptos matemáticos al proporcionarles explicaciones inmediatas y adaptadas a sus necesidades individuales. De manera similar, Hien et al. (2018) desarrollaron FIT-EBot, un ChatGPT para soporte en entornos de educación superior, mostrando que los estudiantes que interactuaban con el ChatGPT reportaron una mayor satisfacción y un mejor desempeño académico en comparación con aquellos que no utilizaron la herramienta.

Además, los avances en la IA han permitido a los ChatGPT ofrecer no solo respuestas predefinidas, sino también adaptaciones más complejas basadas en el análisis del comportamiento y las preferencias del usuario, lo cual amplía sus aplicaciones en la educación (Brandtzaeg & Følstad, 2018). Esto sugiere que la incorporación de ChatGPT en el aula no solo podría mejorar la comprensión y retención de los contenidos, sino también fomentar una mayor interacción y personalización en el proceso educativo (Aragón Correa & Silva Ortiz, 2022).

Por lo anteriormente señalado, esta investigación busca contribuir al campo de la educación dadas las pocas investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional enfocadas en la implementación de un ChatGPT basado en Inteligencia Artificial como herramienta de enseñanza (Artiles et al., 2021). Especialmente en la enseñanza de las matemáticas, la factibilidad del proyecto es grande debido a que se cuenta con el apoyo de las autoridades de la Unidad Educativa Fiscal “Fanny de Baird”, tanto Rector y Vicerrector, además que al formar parte del

personal docente encargado de dictar la Asignatura de matemáticas ya que se facilita de gran manera el acceso a trabajar con los estudiantes sujetos de investigación.

En este sentido, las preguntas que guían esta investigación son las siguientes: ¿De qué manera influye el uso de ChatGPT en la comprensión de las funciones matemáticas por parte de los estudiantes de segundo de bachillerato? y ¿Cómo perciben los estudiantes la interacción con ChatGPT en su proceso de aprendizaje?

Es así que el objetivo del presente trabajo es analizar las posibilidades que el uso de Chatgpt tiene para el mejorar el aprendizaje de las funciones en la materia de matemáticas de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Fanny de Baird

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio adoptó un enfoque mixto con un diseño de investigación experimental, dado que se buscó evaluar la efectividad del uso de ChatGPT en el aprendizaje de las funciones matemáticas. Este diseño permitió comparar el rendimiento académico y la percepción de los estudiantes sobre el uso de ChatGPT, empleando grupos de control y experimental. El alcance de la investigación fue explicativo, ya que se pretendió determinar la relación de causa y efecto entre la intervención (uso del ChatGPT) y el aprendizaje de los estudiantes.

Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario estructurado y prueba de rendimiento académico. El cuestionario evaluó la percepción de los estudiantes sobre la interacción con el ChatGPT, incluyendo dimensiones como la usabilidad, la efectividad percibida en el aprendizaje, y la satisfacción general. Se empleó una escala Likert de cinco puntos para medir estos constructos. Además, se aplicaron pruebas de conocimiento antes y después de la intervención para evaluar los cambios en el aprendizaje de las funciones matemáticas. Las evaluaciones de conocimiento previas y posteriores a la intervención: diseñadas por los investigadores (docentes de la asignatura) para evaluar el nivel de comprensión y conocimiento de los estudiantes sobre las funciones matemáticas, antes y después de la intervención educativa. La prueba fue compuesta por 10 preguntas de resolución de ejercicios sobre funciones. El tipo de pregunta fue de selección, con 3 opciones de respuesta para cada pregunta.

## Población y muestra

La población del estudio estuvo constituida por 120 estudiantes de segundo de bachillerato matriculados en la Unidad Educativa Fiscal "Fanny de Baird". Para determinar la muestra, en primer lugar, se seleccionó

intencionalmente un paralelo de 28 estudiantes, dentro de ese paralelo se subdividió de manera aleatoria en dos grupos de estudiantes: el grupo experimental que usaba Chatgpt ( $n = 14$ ) y el grupo de control ( $n = 14$ ), utilizando la función de creación aleatoria de grupos.

## Desarrollo de hipótesis

La revisión de la literatura ofrece diversos puntos de vista sobre el uso del Chatgpt en la mejora del aprendizaje de las funciones matemáticas, lo que señala la necesidad de un enfoque cuantitativo. En consecuencia, este estudio propone hipótesis para explorar el efecto de uso del Chatgpt en el aprendizaje de las matemáticas, con el objetivo de obtener información definitiva:

- H1 (hipótesis de referencia): no hay una diferencia significativa en el uso del Chatgpt entre los grupos experimental y de control al inicio del estudio, lo que confirma la equivalencia inicial del grupo.
- H2: Los participantes mostrarán una mejora significativa en los puntajes obtenidos con el uso del Chatgpt desde la prueba previa hasta la prueba posterior dentro de cada grupo, lo que indica la utilidad educativa del Chatgpt.
- H3: Habrá una diferencia significativa en las habilidades en el uso del Chatgpt, específicamente en el aprendizaje de las funciones matemáticas, el desarrollo de procesos y la resolución de ejercicios matemáticos, entre los grupos experimental y de control, lo que subraya la influencia del uso de Chatgpt en el aprendizaje de las funciones matemáticas.

## Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante análisis descriptivo e inferencial. Para los datos cuantitativos se utilizaron estadísticas descriptivas como medias y desviaciones estándar para resumir las características de la muestra y las respuestas al cuestionario. El análisis inferencial incluyó pruebas t para muestras independientes para comparar los resultados de los grupos de control y experimental, estableciendo un nivel de significancia de 0.05.

## Análisis de datos

La sección de análisis de datos de este estudio se centra en examinar las diferencias en el conocimiento de las funciones matemáticas, entre el grupo experimental (que usó Chatgpt) y el grupo de control (que no usó Chatgpt). Para ello se realizaron dos tipos principales de comparaciones:

1. Diferencias grupales en el pretest. Esta comparación tuvo como objetivo identificar cualquier diferencia entre los grupos en su prueba previa (línea de base) (H1).

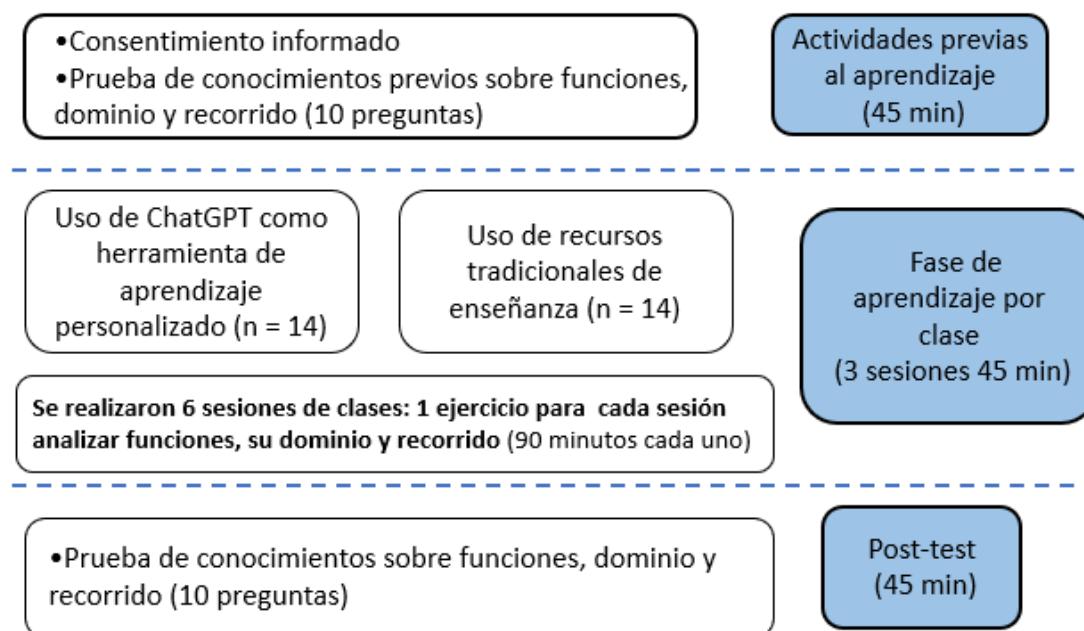
2.Diferencias pareadas intragrupos: este análisis comparó los resultados de la prueba previa y posterior dentro de cada grupo para determinar el grado de cambio en el conocimiento sobre las funciones matemáticas como resultado de la intervención (H2).

Las herramientas de análisis utilizadas incluyeron el software Jamovi versión 2.3.21 para las pruebas estadísticas y la elaboración de gráficos y tablas que facilitaron la interpretación de los resultados. Se aseguró la precisión de los datos mediante procedimientos de revisión y limpieza antes del análisis final.

### Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en tres fases principales: actividades previas al aprendizaje, fase de aprendizaje y evaluación posterior a la intervención. Ver figura 1

Figura 1. Fases del aprendizaje desarrolladas.



Fuente: elaboración propia

#### Actividades previas al aprendizaje (45 minutos):

Todos los estudiantes completaron las siguientes actividades:

- Firma de consentimiento informado.
- Una prueba de conocimientos previos compuesta por 10 preguntas-ejercicios para evaluar el nivel inicial de conocimientos sobre funciones matemáticas, mediante cuestionario *Google forms*.

#### Fase de aprendizaje (3 sesiones de 45 minutos):

- Grupo 1 (Experimental): este grupo utilizó ChatGPT como herramienta de apoyo al aprendizaje personalizado. Se les asignaron tres ejercicios destinados a la aplicación y resolución de problemas mediante las funciones matemáticas: como una ecuación, un conjunto de pares ordenados, como una tabla o como un gráfico en el plano de coordenadas, dedicando 45 minutos a cada uno.
- Grupo 2 (Control): Los estudiantes de este grupo utilizaron recursos de lecciones tradicionales para aprender. Al igual que el grupo experimental, completaron tres ejercicios centrados en los mismos aspectos citados anteriormente, con 45 minutos asignados para cada uno.

Las tablas 1, 2 y 3, presentan las tres lecciones que se proponen a los grupos de control y experimental según las fases de aprendizaje determinadas.

**Tabla 1. Clase 1: Introducción a funciones básicas**

Objetivo: Familiarizarse con los conceptos fundamentales de las funciones matemáticas.	
Grupo 1 (ChatGPT)	Grupo 2 (Recursos tradicionales)
Instrucciones generales: Introduce el concepto de función matemática, trabajando con ChatGPT para obtener una definición clara y ejemplos básicos de funciones como la función lineal y cuadrática.	Instrucciones generales: Introduce el concepto de función matemática mediante el uso de libros de texto, artículos o videos educativos. Desarrolla ejemplos básicos de funciones como la función lineal y cuadrática.
Tareas: 1. Usa ChatGPT para pedir una definición clara de lo que es una función. 2. Solicita ejemplos simples de funciones (lineales y cuadráticas). 3. Analiza las propiedades básicas de cada ejemplo proporcionado.	Tareas: 1. Investiga la definición de función en recursos tradicionales como libros o videos. 2. Estudia ejemplos de funciones (lineales y cuadráticas) y describe sus propiedades básicas. 3. Realiza ejercicios prácticos para aplicar los conceptos básicos.
Duración: 45 minutos	Duración: 45 minutos

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2. Clase 2: Dominio de una función**

Objetivo: Entender cómo identificar y calcular el dominio de una función matemática	
Grupo 1 (ChatGPT)	Grupo 2 (Recursos tradicionales)
Instrucciones generales: Explora el concepto de dominio con ChatGPT, solicitando explicaciones detalladas y ejemplos sobre cómo identificar el dominio de distintas funciones.	Instrucciones generales: Profundiza en el concepto de dominio de una función utilizando libros de texto o recursos en línea. Analiza ejemplos que expliquen cómo identificar el dominio de diferentes tipos de funciones.
Tareas: 1. Pregunta a ChatGPT qué es el dominio de una función y cómo se identifica. 2. Solicita ejemplos donde el dominio de una función sea fácil de identificar y otros donde sea más complejo (e.g., funciones racionales). 3. Formula preguntas adicionales sobre cómo se relaciona el dominio con restricciones algebraicas (divisiones por cero, raíces cuadradas, etc.).	Tareas: 1. Investiga en libros o videos cómo se determina el dominio de una función. 2. Estudia ejemplos donde el dominio sea directo y otros donde haya restricciones. 3. Aplica el análisis del dominio en ejercicios donde existan condiciones especiales como fracciones o raíces.
Duración: 45 minutos	Duración: 45 minutos

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. Clase 3: Recorrido de una función**

Objetivo: Comprender el recorrido de una función y cómo se determina a partir de su expresión algebraica y gráfica.	
Grupo 1 (ChatGPT)	Grupo 2 (Recursos tradicionales)
Instrucciones generales: Con la ayuda de ChatGPT, estudia el concepto de recorrido de una función y cómo se relaciona con su representación gráfica. Trabaja con ejemplos para identificar el recorrido de diversas funciones.	Instrucciones generales: Aprende sobre el recorrido de una función utilizando recursos escritos o videos. Analiza cómo identificar el recorrido a partir de la expresión algebraica y la gráfica de la función.
Tareas: 1. Pide a ChatGPT una definición clara de lo que es el recorrido de una función. 2. Solicita ejemplos donde puedas identificar el recorrido a partir de la gráfica de la función. 3. Pregunta a ChatGPT cómo influyen los extremos de una función (máximos y mínimos) en su recorrido.	Tareas: 1. Investiga cómo se determina el recorrido de una función en textos tradicionales. 2. Practica con ejemplos de funciones donde se identifique el recorrido tanto algebraicamente como gráficamente. 3. Realiza ejercicios donde explores la relación entre el recorrido y el comportamiento gráfico de la función (máximos y mínimos).
Duración: 45 minutos	Duración: 45 minutos

Fuente: Elaboración propia

#### **Evaluación post-test (45 minutos):**

- Prueba de conocimientos: se realizó una prueba de conocimientos posterior a la intervención que consta de 10 preguntas para evaluar la adquisición de conocimientos sobre las funciones matemáticas después de la intervención, utilizando el cuestionario desarrollado en **Moodle** (Ver figura 2).

## Figura 2. Ejemplo de pregunta de prueba

Dada la función cuadrática: \*

$$f(x)=2x^2+3x-5$$

Determina el **dominio** de la función.Encuentra el **recorrido** de la función.Calcula el **rango** de la función. Dominio: a)  $(-\infty, \infty)(-\infty, \infty)$  b)  $[0, \infty)[0, \infty)$  c)  $(-\infty, 0)(-\infty, 0]$  Recorrido: a)  $(-\infty, \infty)(-\infty, \infty)$  b)  $[1, \infty)[1, \infty)$  c)  $[-6, \infty)[-6, \infty)$  Rango: a)  $[-6, \infty)[-6, \infty)$  b)  $(-\infty, -6)(-\infty, -6]$ 

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

A continuación, en la tabla 4, se muestran las medidas estadísticas para dos grupos: experimental y control, en dos momentos distintos: antes y después de una intervención. Las estadísticas incluidas son el tamaño de la muestra (N), la media, la mediana, la desviación estándar (DE) y el error estándar (EE):

Tabla 4. Estadística descriptiva de pre-test y pos-test del grupo de control y experimental.

Descriptivas		N	Media	Mediana	DE	EE
pre-exp	14	5.46	5.50	1.100	0.294	
pos-exp	14	7.75	8.00	0.915	0.244	
pre-control	14	5.07	5.00	0.805	0.215	
pos-control	14	5.79	5.75	1.251	0.334	

Fuente: Elaboración propia

**Hipótesis 1: Equivalencia inicial de los grupos**

El análisis de las pruebas iniciales (pre-test) indica que ambos grupos (experimental y control) partieron de niveles similares de conocimiento sobre funciones matemáticas. Como se muestra en la Tabla 4, la media del grupo experimental fue de 5.46, mientras que la del grupo control fue de 5.07, con diferencias no significativas en términos estadísticos. Esto confirma que ambos grupos eran equivalentes antes de la intervención y que cualquier cambio observado en las pruebas posteriores puede atribuirse directamente a la intervención.

## Hipótesis 2: Mejora intra-grupo

Los resultados del grupo experimental muestran una mejora significativa tras el uso de ChatGPT como herramienta de aprendizaje. La media del grupo experimental aumentó de 5.46 en el pre-test a 7.75 en el post-test, lo que representa una diferencia promedio de 2.29 puntos. Por otro lado, la desviación estándar disminuyó, lo que indica mayor consistencia en los resultados de los estudiantes tras la intervención. En contraste, el grupo control mostró una mejora leve, con un aumento promedio de 0.72 puntos, pasando de 5.07 a 5.79 en su media, pero con un incremento en la desviación estándar, lo que sugiere una mayor dispersión en los resultados. Estos datos respaldan la hipótesis de que ChatGPT mejora significativamente el aprendizaje dentro del grupo experimental.

## Hipótesis 3: Comparación entre grupos

La tabla 5 presenta los resultados de la prueba T para muestras apareadas, indicando una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos experimental y control en las mediciones post-intervención ( $p < 0.001$ ). El grupo experimental superó consistentemente al grupo control en el aprendizaje de conceptos clave, como la comprensión del dominio y recorrido de las funciones matemáticas. Este hallazgo subraya la eficacia del uso de ChatGPT como una herramienta de aprendizaje personalizada y adaptable frente a métodos tradicionales.

Tabla 5. Prueba T estudent

Prueba T para Muestras Apareadas

		estadístico	P
pre-test	pos-test	T de Student	-13.3 <.001

Nota.  $H_0: \mu_{\text{Medida 1}} - \mu_{\text{Medida 2}} = 0$

Fuente: Elaboración propia

### Hipótesis

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No hay diferencia significativa entre las mediciones pre y post intervención, es decir,  $\mu(\text{Medida 1} - \text{Medida 2}) = 0$ .
- **Hipótesis alternativa ( $H_a$ ):** La medición post-intervención es significativamente mayor que la medición pre-intervención, es decir,  $\mu(\text{Medida 1} - \text{Medida 2}) < 0$ .

El valor  $p$  reportado es  $< .001$ , lo que significa que la probabilidad de que esta diferencia observada sea debida al azar es extremadamente baja (menos del 0.1%). Esto confirma que la diferencia entre las mediciones pre y post intervención es estadísticamente significativa. Estos resultados proporcionan evidencia sólida para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, indicando que la intervención tuvo un efecto positivo y significativo sobre el grupo experimental, mejorando sus mediciones post-intervención de manera notable. Este análisis muestra que la intervención evaluada fue no solo efectiva, sino que tuvo un impacto altamente significativo, lo que sugiere que puede ser aplicada con éxito en contextos similares para obtener mejoras considerables en los resultados esperados.

El grupo control no experimentó mejoras significativas tras la intervención, lo que sugiere que la intervención fue menos efectiva o no efectiva en este grupo. El tamaño del efecto moderado indica que, aunque hubo cierta mejora, esta no fue estadísticamente relevante.

Lo anteriormente descrito nos sugiere que la intervención fue altamente eficaz en el grupo experimental, mientras que no produjo cambios significativos en el grupo control. Este contraste refuerza la conclusión de que la intervención fue beneficiosa, pero solo para el grupo experimental. Esto puede reflejar diferencias en la aplicación o efectividad del tratamiento entre los grupos.

## DISCUSIÓN

Por la importancia que suscita el uso del ChatGPT en la educación, amerita investigar sus efectos en los estudiantes de distintos niveles educativos. En este trabajo se analizó la repercusión de su uso en relación con el aprendizaje de las funciones matemáticas en estudiantes de segundo de bachillerato, de la Unidad Educativa Fanny de Baird.

Los resultados de este estudio coinciden en varios aspectos con investigaciones previas sobre el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de matemáticas, particularmente en lo relacionado con asistentes virtuales como ChatGPT y la eficacia de los métodos tradicionales.

Por ejemplo, Smith y Johnson (2021) encontraron que los asistentes basados en inteligencia artificial mejoran significativamente la comprensión conceptual en matemáticas al proporcionar explicaciones inmediatas y adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. Esto coincide con los hallazgos del presente estudio, donde los estudiantes que utilizaron ChatGPT mostraron un progreso notable en la identificación y análisis de conceptos como el dominio y el recorrido de funciones matemáticas.

Además, González y Ramírez (2020) subrayan que la retroalimentación instantánea proporcionada por herramientas tecnológicas fomenta una mayor interacción y comprensión, lo que también fue evidente en este estudio. La capacidad de ChatGPT para responder en tiempo real permitió a los estudiantes aclarar dudas y ajustar su aprendizaje de manera eficiente.

Por otro lado, Hernández et al. (2019) destacan que, aunque los métodos tradicionales son efectivos para consolidar conocimientos a largo plazo, requieren un mayor tiempo de inmersión y autonomía para que los estudiantes logren niveles de comprensión profunda. Este aspecto también se reflejó en los resultados del grupo de control de este estudio, que mostró mejoras menores y menos consistentes en comparación con el grupo que utilizó ChatGPT.

En cuanto a la enseñanza de funciones, dominio y recorrido, Smith y Johnson (2021) encontraron que el uso de herramientas tecnológicas como asistentes de inteligencia artificial mejora la comprensión conceptual de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales. Este hallazgo es consistente con los resultados obtenidos en este estudio, donde los estudiantes que utilizaron ChatGPT mostraron un mayor progreso en la identificación y análisis del dominio y recorrido de las funciones. La capacidad interactiva de ChatGPT para proporcionar retroalimentación instantánea permitió a los estudiantes aclarar dudas rápidamente y ajustar su comprensión, lo cual ha sido subrayado como una ventaja pedagógica clave por González y Ramírez (2020) en sus estudios sobre entornos de aprendizaje personalizados.

Por otro lado, Hernández et al. (2019) sugieren que los métodos tradicionales de enseñanza, aunque efectivos para consolidar conocimientos a largo plazo, requieren un mayor tiempo de inmersión para que los estudiantes logren niveles de comprensión profunda, especialmente

en conceptos abstractos como las funciones matemáticas. En este estudio, los estudiantes del grupo que utilizó recursos tradicionales mostraron un rendimiento promedio en la prueba post-intervención de 5.79, ligeramente superior a su resultado inicial de 5.07. Sin embargo, la mejora fue menor en comparación con el grupo que utilizó ChatGPT, cuyo desempeño promedio aumentó de 5.46 a 7.75 en las mismas condiciones.

Esta diferencia evidencia que, aunque ambos métodos permitieron avances en el aprendizaje, la rapidez y consistencia con la que los estudiantes del grupo experimental lograron identificar y analizar conceptos como el dominio y el recorrido fue significativamente superior, tal como lo demuestran las estadísticas descriptivas y los resultados de la prueba T de Student ( $p < 0.001$ ). Estos hallazgos refuerzan la observación de Martínez y Fernández (2022), quienes argumentan que los métodos tradicionales requieren mayor autonomía y tiempo de reflexión por parte de los estudiantes, lo que puede ser beneficioso en contextos de enseñanza a largo plazo, pero menos eficiente en términos de resultados inmediatos y personalizados.

En este estudio, el uso de ChatGPT permitió no solo un progreso más rápido en la comprensión de conceptos clave, sino también una reducción en la variabilidad de los resultados entre los estudiantes, indicando que la herramienta es particularmente útil para nivelar las diferencias iniciales en el rendimiento académico.

Una diferencia notable con investigaciones anteriores radica en la motivación de los estudiantes. Mientras que López y Ortega (2020) encontraron que el uso de herramientas tecnológicas puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, en el presente estudio no se observó una diferencia significativa en los niveles de motivación entre los grupos que utilizaron ChatGPT y los que siguieron el método tradicional. Esto podría deberse a la naturaleza de las tareas asignadas, ya que ambos grupos realizaron actividades con un alto grado de dificultad, lo que podría haber nivelado la percepción de desafío y motivación entre ellos, independientemente de la herramienta utilizada.

Finalmente, es importante mencionar que la personalización del aprendizaje mediante ChatGPT, tal como lo sugieren Pérez y García (2021), permitió a los estudiantes adaptar el ritmo de su aprendizaje de acuerdo con sus necesidades. Sin embargo, Rodríguez (2020) destaca que este tipo de herramientas no reemplaza completamente la necesidad de un enfoque pedagógico guiado por un instructor, lo que también se observó en este estudio, ya que ambos grupos necesitaron intervenciones ocasionales del docente para aclarar conceptos complejos.

## Limitaciones del estudio

Una limitación importante es el **tamaño de la muestra**, compuesto por 28 estudiantes. Aunque permitió un análisis experimental controlado, una muestra más grande proporcionaría mayor poder estadístico y permitiría generalizar mejor los resultados. Además, el enfoque en un único tema (funciones matemáticas) restringe la posibilidad de evaluar la eficacia de ChatGPT en otros conceptos matemáticos o disciplinas.

## CONCLUSIONES

La investigación sobre los efectos del uso del Chatgpt para mejorar el aprendizaje de las funciones matemáticas, en estudiantes de segundo de bachillerato, ha proporcionado información importante sobre la Integración de la IA en entornos educativos. Este resultado sugiere un punto de inflexión de la IA en la educación, enfatizando la importancia del diseño y la implementación para aprovechar las herramientas de IA de manera efectiva. La equivalencia de referencia establecida entre los grupos experimental y de control permitió una evaluación controlada del impacto del uso del Chatgpt, subrayando el rigor metodológico esencial para evaluar tecnologías educativas innovadoras.

Las contribuciones de este estudio al campo de la tecnología educativa y la integración de la IA son multifacéticas. Destaca el potencial de las herramientas de inteligencia artificial como el Chatgpt para respaldar los procesos de aprendizaje, aunque dentro del contexto de una implementación y un diseño bien pensados.

Los hallazgos sugieren que, si bien las ganancias inmediatas en el uso del Chatgpt para el aprendizaje de las funciones matemáticas son significativas. Las investigaciones futuras deberían centrarse en estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo de la IA en los resultados educativos, explorando cómo se pueden optimizar las herramientas de IA para complementar los métodos de enseñanza tradicionales. Además, es necesaria una investigación cualitativa para comprender mejor la experiencia de los estudiantes con la IA en entornos de aprendizaje.

Al continuar explorando estas áreas, los educadores e investigadores pueden desarrollar estrategias más efectivas para integrar los Chatgpt en la educación, maximizando su potencial para enriquecer el aprendizaje y la enseñanza y al mismo tiempo abordar los desafíos y limitaciones de su uso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón Correa, E., & Silva Ortiz, O. J. (2022). Mirada a un paradigma disruptivo: Educación mediada por las tecnologías. *Márgenes Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 3(2), 222-224. <https://doi.org/10.24310/mgnmar.v3i2.12866>
- Auqui, J. (2021). Chatbot del proceso de aprendizaje universitario: Una revisión sistemática. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri*, 2(2), 29-43. <https://doi.org/10.47422/ac.v2i2.22>
- Artiles Rodríguez, J., Guerra Santana, M., Aguiar Perera, V., & Rodríguez Pulido, J. (2021). Agente conversacional virtual: La inteligencia artificial para el aprendizaje autónomo. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación*, 62, 107-144. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.86171>
- Avello-Martínez, R., & Gajderowicz, T. (2024). Is ChatGPT helpful for graduate students in acquiring knowledge about digital storytelling and reducing their cognitive load? An experiment. *RED. Revista de Educación a Distancia*. Disponible en: <https://revistas.um.es/red/article/download/604621/363301/2320331>
- Brandtzaeg, P. B., & Følstad, A. (2018). ChatGPT: Changing user needs and motivations. *Interactions*, 25(5), 38-43. <https://doi.org/10.1145/3236669>
- Calabuig, J. M., García-Raffi, L. M., & Sánchez-Pérez, E. A. (2021). Aprender como una máquina: Introduciendo la Inteligencia Artificial en la enseñanza secundaria. *Modelling in Science Education and Learning*, 14(1), 5. <https://doi.org/10.4995/msel.2021.15022>
- González, A., & Ramírez, M. (2020). El impacto de las tecnologías en el aprendizaje personalizado: Un estudio empírico en aulas de secundaria. *Revista de Educación y Tecnología*, 15(2), 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.redtec.2020.02.005>
- Hernández, F., Martínez, P., & Jiménez, L. (2019). Métodos tradicionales de enseñanza y su impacto en el aprendizaje a largo plazo en matemáticas. *Revista de Investigación Educativa*, 12(3), 105-118. <https://doi.org/10.1016/j.riedu.2019.03.002>
- Hien, H. T., Cuong, P.-N., Nam, L. N. H., Nhung, H. L. T. K., & Thang, L. D. (2018). Intelligent Assistants in Higher-Education Environments: The FITEBot, a ChatGPT for Administrative and Learning Support. *Proceedings of the 9th International Symposium on Information and Communication Technology*, 69-76. <https://doi.org/10.1145/3287921.3287937>
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.

- Li, PH., Lee, HY., Cheng, YP., Starčić, A.I., Huang, YM. (2023). Solving the Self-regulated Learning Problem: Exploring the Performance of ChatGPT in Mathematics. In: Huang, YM., Rocha, T. (eds) Innovative Technologies and Learning. ICITL 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14099. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-40113-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-40113-8_8)
- López, M., & Ortega, R. (2020). Herramientas tecnológicas y su efecto en la motivación académica de los estudiantes. *Educación y Desarrollo*, 8(1), 78-90. <https://doi.org/10.1080/edud.2020.0001>
- Martínez, J., & Fernández, C. (2022). Desarrollo de habilidades matemáticas mediante métodos tradicionales y su comparación con herramientas digitales. *Journal of Mathematics Education*, 20(1), 56-72. <https://doi.org/10.1016/j.jme.2022.01.007>
- Paredes Rizo, C. (2021). ChatGPT en educación secundaria: Retos y propuestas para su aplicación en el aula. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/50989>
- Pérez, L., & García, R. (2021). Inteligencia artificial en la educación: Adaptación de los contenidos educativos a las necesidades del estudiante. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 18(3), 112-128. <https://doi.org/10.1080/rite.2021.0004>
- Rodríguez, S. (2020). El rol del docente en la era de la inteligencia artificial en las aulas. *Revista Pedagógica Contemporánea*, 10(4), 55-67. <https://doi.org/10.1080/rpc.2020.0104>
- Smith, P., & Johnson, T. (2021). La inteligencia artificial como apoyo en el aprendizaje de las matemáticas: Un análisis comparativo. *Journal of Educational Research*, 14(2), 90-105. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2021.02.003>