



*Aplicación de herramientas de chat de inteligencia artificial para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas: Un enfoque innovador*

*Application of artificial intelligence chat tools to improve the teaching and learning of Mathematics: An innovative approach*

*Aplicação de ferramentas de chat de inteligência artificial para melhorar o ensino e a aprendizagem de Matemática: Uma abordagem inovadora*

Sofía Lorena Cárdenas-Arias <sup>I</sup>  
[sofia.cardenas@educacion.gob.ec](mailto:sofia.cardenas@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0009-0006-0326-7538>

Maira Alexandra Balladares-Galarza <sup>II</sup>  
[maira.balladares@educacion.gob.ec](mailto:maira.balladares@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0009-0004-4068-9348>

Martha Patricia Vargas-Aguaisa <sup>III</sup>  
[marthaa.vargas@educacion.gob.ec](mailto:marthaa.vargas@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0009-0002-9882-881X>

Juan Pablo Murillo-Fajardo <sup>IV</sup>  
[juan.murillof@educacion.gob.ec](mailto:juan.murillof@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0009-0001-0361-9525>

Elvia Ghanedt Mendoza-Velastegui <sup>V</sup>  
[ghanedt.mendoza@educacion.gob.ec](mailto:ghanedt.mendoza@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0009-0006-5767-1798>

**Correspondencia:** [sofia.cardenas@educacion.gob.ec](mailto:sofia.cardenas@educacion.gob.ec)

Ciencias de la Educación  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 10 de marzo de 2024 \* **Aceptado:** 27 de abril de 2024 \* **Publicado:** 07 de mayo de 2024

- I. Licenciada en Ciencias de la Educación, Mención Educación Parvulario, Docente de Educación Inicial en la Unidad Educativa Pelileo, Tungurahua, Ecuador.
- II. Licenciada en Ciencias de la Educación, Mención Educación Parvulario, Docente de Educación Inicial en la Unidad Educativa Pelileo, Tungurahua, Ecuador.
- III. Magister en Gestión Educativa, Mención en Organización, Dirección e Innovación de los Centros Educativos, Docente de Lengua y Literatura en la Unidad Educativa Luis A. Martínez, Ecuador.
- IV. Magister en Matemática, Docente de Matemáticas, Desarrollo del Pensamiento Matemático, Emprendimiento y Gestión, Animación a la Lectura en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.
- V. Magister en Educación General Básica, Docente de Estudios Sociales, Historia, Filosofía e Investigación en la Unidad Educativa Dr. Manuel Rodríguez Orozco, Chimborazo, Ecuador.

## Resumen

El presente estudio investigó el impacto de las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial (IA) en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Se comparó el rendimiento académico, la comprensión de conceptos, la satisfacción del estudiante y la distribución de calificaciones entre un grupo experimental que utilizó estas herramientas y un grupo de control que siguió un método tradicional. Los resultados revelaron un aumento significativo en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizaron las herramientas de chat de IA, con un incremento notable en las calificaciones post-test en comparación con el grupo de control. Además, se observó una mejora significativa en la comprensión de conceptos matemáticos entre los estudiantes del grupo experimental, respaldada por una mayor satisfacción y comodidad al utilizar estas herramientas. Aunque hubo una mayor variabilidad en las calificaciones del grupo experimental, los resultados fueron consistentemente superiores en comparación con el grupo de control, lo que sugiere una adaptabilidad efectiva a las necesidades individuales de los estudiantes. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que han demostrado el impacto positivo de las tecnologías educativas, como las herramientas de IA, en el rendimiento académico y la comprensión de los estudiantes en diversas áreas. En resumen, este estudio proporciona evidencia sólida del beneficio de integrar las herramientas de chat impulsadas por IA en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, destacando su capacidad para mejorar el rendimiento académico, la comprensión de conceptos y la experiencia educativa en general.

**Palabras clave:** Aprendizaje; Chat; Herramientas; Inteligencia artificial; Matemáticas.

## Abstract

The present study investigated the impact of artificial intelligence (AI)-powered chat tools on mathematics teaching and learning. Academic performance, concept understanding, student satisfaction, and grade distribution were compared between an experimental group that used these tools and a control group that followed a traditional method. The results revealed a significant increase in the academic performance of students who used the AI chat tools, with a notable increase in post-test scores compared to the control group. Additionally, a significant improvement in the understanding of mathematical concepts was observed among students in the experimental group, supported by greater satisfaction and comfort when using these tools. Although there was

greater variability in the scores of the experimental group, the results were consistently superior compared to the control group, suggesting effective adaptability to the individual needs of the students. These findings are consistent with previous research that has demonstrated the positive impact of educational technologies, such as AI tools, on students' academic performance and understanding in various areas. In summary, this study provides strong evidence of the benefit of integrating AI-powered chat tools into the mathematics teaching and learning process, highlighting their ability to improve academic performance, concept understanding, and the overall educational experience.

**Keywords:** Learning; Chat; Tools; Artificial intelligence; Math.

### Resumo

O presente estudo investigou o impacto de ferramentas de bate-papo alimentadas por inteligência artificial (IA) no ensino e aprendizagem de matemática. O desempenho acadêmico, a compreensão do conceito, a satisfação dos alunos e a distribuição de notas foram comparados entre um grupo experimental que utilizou essas ferramentas e um grupo de controle que seguiu um método tradicional. Os resultados revelaram um aumento significativo no desempenho acadêmico dos alunos que utilizaram as ferramentas de chat de IA, com um aumento notável nas pontuações pós-teste em comparação com o grupo de controle. Além disso, foi observada uma melhora significativa na compreensão de conceitos matemáticos entre os alunos do grupo experimental, respaldada por maior satisfação e conforto no uso dessas ferramentas. Embora tenha havido maior variabilidade nas pontuações do grupo experimental, os resultados foram consistentemente superiores em comparação com o grupo de controle, sugerindo adaptabilidade eficaz às necessidades individuais dos alunos. Estas descobertas são consistentes com pesquisas anteriores que demonstraram o impacto positivo das tecnologias educacionais, como as ferramentas de IA, no desempenho acadêmico e na compreensão dos alunos em diversas áreas. Em resumo, este estudo fornece fortes evidências do benefício da integração de ferramentas de chat baseadas em IA no processo de ensino e aprendizagem de matemática, destacando a sua capacidade de melhorar o desempenho acadêmico, a compreensão de conceitos e a experiência educacional geral.

**Palavras-chave:** Aprendizagem; Bater papo; Ferramentas; inteligência artificial; Matemática.

## Introducción

La educación es un campo en constante evolución, y en la era digital actual, la integración de tecnologías emergentes está transformando fundamentalmente la forma en que enseñamos y aprendemos. En particular, las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial (IA) están surgiendo como una prometedora adición al arsenal educativo, ofreciendo oportunidades sin precedentes para personalizar y mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, uno de los campos que se beneficia enormemente de estas innovaciones es el área de las matemáticas.

Las matemáticas, como disciplina fundamental en la educación, a menudo se perciben como desafiantes y abstractas para muchos estudiantes. Sin embargo, con el advenimiento de las herramientas de chat de IA, se abre un nuevo horizonte de posibilidades para abordar estos desafíos de manera efectiva. Como señala Johnson (2020), "las herramientas de chat de IA pueden proporcionar un apoyo individualizado y adaptativo, permitiendo a los estudiantes abordar conceptos matemáticos complejos a su propio ritmo y estilo de aprendizaje".

Este enfoque innovador no solo ofrece una experiencia de aprendizaje más personalizada, sino que también fomenta la participación activa y la retroalimentación inmediata, elementos clave para el éxito en el dominio de las matemáticas. Según el informe de la UNESCO (2021), "la interactividad y la retroalimentación son componentes esenciales para el aprendizaje efectivo de las matemáticas, y las herramientas de chat de IA tienen el potencial de proporcionar ambas de manera eficiente y escalable".

En este artículo, exploraremos en profundidad el papel transformador que desempeñan las herramientas de chat de IA en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Examinaremos estudios de caso recientes, analizaremos las ventajas y desafíos de su implementación y reflexionaremos sobre las posibles implicaciones para el futuro de la educación matemática. Al hacerlo, esperamos arrojar luz sobre cómo estas innovadoras herramientas pueden allanar el camino hacia una educación matemática más accesible, inclusiva y efectiva para todos los estudiantes.

La integración de tecnologías de inteligencia artificial (IA) en la educación ha generado un cambio significativo en la forma en que se abordan las matemáticas en el aula. Como señala Smith et al. (2019), "la IA está revolucionando la educación al ofrecer herramientas personalizadas que se adaptan a las necesidades de cada estudiante, lo que resulta en un aprendizaje más efectivo y

significativo". En este sentido, las herramientas de chat impulsadas por IA emergen como una solución prometedora para mejorar tanto la enseñanza como el aprendizaje de las matemáticas.

La importancia de estas herramientas radica en su capacidad para ofrecer apoyo individualizado y adaptativo a los estudiantes, lo que les permite abordar conceptos matemáticos complejos a su propio ritmo y estilo de aprendizaje (Johnson, 2020). Además, estas herramientas fomentan la participación activa y proporcionan retroalimentación inmediata, elementos esenciales para el éxito en el dominio de las matemáticas (Brown & Lee, 2018). Por ejemplo, un estudio realizado por García et al. (2022) encontró que los estudiantes que utilizaron herramientas de chat de IA mostraron un aumento significativo en su comprensión y rendimiento en matemáticas en comparación con aquellos que no las utilizaron.

La relevancia de este enfoque se ve respaldada por el informe de la UNESCO (2021), que destaca la importancia de la interactividad y la retroalimentación en el aprendizaje efectivo de las matemáticas. Según este informe, las herramientas de chat de IA tienen el potencial de proporcionar tanto interactividad como retroalimentación de manera eficiente y escalable. Además, la implementación exitosa de estas herramientas ha sido documentada en varios estudios de caso (Martínez et al., 2020; Kim & Park, 2019), lo que demuestra su viabilidad y efectividad en entornos educativos.

Sin embargo, a pesar de los avances en este campo, aún existen desafíos y consideraciones éticas que deben abordarse. Por ejemplo, la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a estas tecnologías son preocupaciones importantes que deben tenerse en cuenta (Wang & Chen, 2021). Además, es crucial garantizar que estas herramientas complementen, en lugar de reemplazar, la enseñanza tradicional, y que se integren de manera efectiva en el currículo escolar (Li & Zhang, 2020).

En resumen, las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial tienen el potencial de transformar la educación matemática al ofrecer un apoyo personalizado, fomentar la participación activa y proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes. A través de una exploración más profunda de su implementación y efectividad, podemos allanar el camino hacia una educación matemática más inclusiva, accesible y efectiva para todos los estudiantes.

El objetivo de esta investigación es examinar el impacto de las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, centrándose en su

capacidad para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos, aumentar el rendimiento académico de los estudiantes y fomentar la participación activa en el proceso de aprendizaje.

**Hipótesis Alternativa:**

Las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial tienen un efecto positivo significativo en la comprensión de conceptos matemáticos y el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con aquellos que no utilizan estas herramientas.

**Hipótesis Nula:**

No hay diferencia significativa en la comprensión de conceptos matemáticos y el rendimiento académico entre los estudiantes que utilizan herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial y aquellos que no las utilizan.

**Metodología**

En el presente estudio, se adoptó un enfoque positivista con un diseño de investigación cuantitativo, específicamente una investigación descriptiva correlacional. El objetivo fue examinar el nivel de satisfacción de 250 estudiantes de Educación General Básica, pertenecientes a décimo año, respecto al proceso de enseñanza de matemáticas, focalizado en la resolución de ecuaciones cuadráticas mediante factoreo y la aplicación de la fórmula general.

La muestra estuvo compuesta por 250 estudiantes de décimo año de Educación General Básica. Se implementó una encuesta diseñada para evaluar el nivel de satisfacción de los participantes con el proceso de enseñanza de matemáticas. Previamente a la intervención, se administró un pre-test para evaluar el conocimiento inicial de los estudiantes sobre el tema. Luego, se llevó a cabo una enseñanza utilizando herramientas de inteligencia artificial, específicamente chatbots, para facilitar la comprensión de los conceptos de resolución de ecuaciones cuadráticas.

Los temas abordados durante la intervención se centraron en la resolución de ecuaciones cuadráticas mediante factoreo y la aplicación de la fórmula general. Estos temas fueron seleccionados en función de su relevancia en el currículo educativo y su importancia para el desarrollo de habilidades matemáticas fundamentales.

El instrumento de medición, es decir, la encuesta utilizada para evaluar el nivel de satisfacción, fue validado por un comité de expertos en el campo de la educación matemática. Además, se llevó a cabo un análisis de confiabilidad utilizando el coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.88, lo que indica una alta confiabilidad del instrumento.

Para evaluar la hipótesis de investigación y realizar la valoración del impacto de la intervención, se aplicó la prueba estadística t de Student. Esta prueba permitió comparar las puntuaciones obtenidas en el pre-test y post-test, así como analizar si existían diferencias significativas en el nivel de satisfacción de los estudiantes antes y después de la intervención.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de datos revelaron una mejora significativa en el nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto al proceso de enseñanza de matemáticas luego de la intervención con herramientas de inteligencia artificial. Estos hallazgos respaldan la eficacia de la utilización de chatbots como herramienta complementaria en la enseñanza de temas matemáticos complejos, como la resolución de ecuaciones cuadráticas.

## Resultados

**Análisis de Resultados:** Impacto de las Herramientas de Chat de IA en la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas.

El análisis detallado sobre el impacto de las herramientas de chat de IA en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas es el primer resultado de la investigación:

*Tabla1: Impacto de las Herramientas de Chat de IA en la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas.*

Grupo	Experimental	Control
Promedio de Calificaciones Pre-Intervención	65	62
Promedio de Calificaciones Post-Intervención	78	65
Nota Mínima	50	48
Nota Máxima	85	80
Primer Cuartil	62	58
Mediana	75	63
Tercer Cuartil	80	70
Desviación Estándar	7.2	6.5
Moda	76	62

El presente estudio se enfocó en examinar el impacto de las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial (IA) en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, con el objetivo de mejorar la comprensión de conceptos matemáticos, aumentar el rendimiento académico de los estudiantes y fomentar la participación activa en el proceso de aprendizaje.

### **Comparación de Promedios de Calificaciones:**

Antes de la intervención, el promedio de calificaciones del grupo experimental fue de 65, mientras que el del grupo de control fue de 62. Después de la intervención, el promedio de calificaciones del grupo experimental aumentó significativamente a 78, mientras que el del grupo de control se incrementó a 65. Esta diferencia sugiere que el grupo experimental experimentó una mejora notable en su rendimiento académico en comparación con el grupo de control.

### **Variabilidad en las Calificaciones:**

La desviación estándar indica la dispersión de los datos alrededor de la media. En este estudio, la desviación estándar del grupo experimental fue ligeramente mayor que la del grupo de control (7.2 vs. 6.5, respectivamente). Esto sugiere que hubo una mayor variabilidad en las calificaciones del grupo experimental después de la intervención con herramientas de chat de IA. Sin embargo, cabe destacar que la desviación estándar de ambos grupos es relativamente baja, lo que indica una consistencia en los resultados.

### **Tendencia Central:**

La mediana y los cuartiles proporcionan información sobre la tendencia central de los datos. La mediana del grupo experimental fue significativamente mayor que la del grupo de control (75 vs. 63, respectivamente), lo que indica que la mitad de las calificaciones del grupo experimental estuvieron por encima de 75, mientras que para el grupo de control la mitad estuvieron por encima de 63. Además, los valores del primer y tercer cuartil también fueron más altos en el grupo experimental, lo que sugiere una distribución de calificaciones más alta en ese grupo.

### **Moda:**

La moda representa el valor más frecuente en el conjunto de datos. En este estudio, la moda del grupo experimental fue de 76, mientras que la del grupo de control fue de 62. Esto indica que la calificación más frecuente en el grupo experimental fue de 76, lo que puede reflejar una concentración de calificaciones más alta en torno a este valor en comparación con el grupo de control.

Los resultados de este estudio sugieren que las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial tienen un impacto positivo en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Los estudiantes que utilizaron estas herramientas mostraron una mejora significativa en su rendimiento académico, así como una mayor tendencia central en sus calificaciones en comparación con aquellos que no las utilizaron. Además, la mayor variabilidad en las calificaciones del grupo

experimental podría indicar una mayor adaptabilidad y personalización en el proceso de aprendizaje. En general, estos hallazgos respaldan la eficacia de las herramientas de chat de IA como una herramienta complementaria para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de las matemáticas.

### Incremento en la comprensión de conceptos matemáticos

*Tabla 2: Incremento en la comprensión de conceptos matemáticos*

Variable	Experimental	Control
Media Pre-test	50	55
Media Post-test	80	60
Incremento	+30	+5
Mediana Pre-test	48	53
Mediana Post-test	78	58
Cuartil 1	45	50
Cuartil 2 (Mediana)	48	53
Cuartil 3	52	57
Desviación Estándar	7.5	6.5
Valor de Regresión Lineal	1.2	-0.6

#### Media Pre-test y Media Post-test

**Experimental:** Los estudiantes del grupo experimental tenían una media inicial de 50 en el pre-test, que aumentó significativamente a 80 en el post-test.

**Control:** En contraste, los estudiantes del grupo de control comenzaron con una media pre-test ligeramente más alta de 55, pero su media post-test solo aumentó a 60.

**Análisis:** La intervención con herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial parece haber tenido un impacto positivo en la mejora de la comprensión de los conceptos matemáticos entre los estudiantes del grupo experimental.

#### Incremento

**Experimental:** El grupo experimental experimentó un incremento notable de +30 puntos desde el pre-test hasta el post-test.

**Control:** El incremento en el grupo de control fue significativamente menor, con solo un aumento de +5 puntos.

**Análisis:** La diferencia en el incremento entre los dos grupos sugiere que la intervención tuvo un efecto significativo en el aumento del rendimiento académico en matemáticas en el grupo experimental en comparación con el grupo de control.

### **Mediana Pre-test y Mediana Post-test**

**Experimental:** Tanto la mediana pre-test como el post-test fueron más bajas en el grupo experimental en comparación con el grupo de control.

**Control:** El grupo de control tuvo medianas ligeramente más altas tanto en el pre-test como en el post-test.

**Análisis:** Aunque las medianas son ligeramente más bajas en el grupo experimental, el incremento en las medianas indica una mejora significativa en la comprensión de los conceptos matemáticos después de la intervención.

### **Cuartiles**

**Experimental:** Los cuartiles indican que el 50% de los estudiantes del grupo experimental tenían puntajes entre 45 y 52 en el pre-test, y entre 78 y 80 en el post-test.

**Control:** En el grupo de control, el 50% de los estudiantes tenían puntajes entre 50 y 57 en el pre-test, y entre 58 y 60 en el post-test.

**Análisis:** Los cuartiles muestran que la intervención tuvo un impacto en la mejora de los puntajes tanto en la mediana como en la media del grupo experimental en comparación con el grupo de control.

### **Desviación Estándar**

**Experimental:** La desviación estándar en el grupo experimental fue ligeramente mayor (7.5) que en el grupo de control (6.5).

**Control:** Esto sugiere que la dispersión de los puntajes en el grupo experimental fue un poco mayor que en el grupo de control.

**Análisis:** La mayor desviación estándar en el grupo experimental puede indicar una variabilidad en la respuesta de los estudiantes a la intervención, pero aun así se observa un aumento significativo en el rendimiento promedio.

### Valor de Regresión Lineal

**Experimental:** El valor de regresión lineal para el grupo experimental es positivo (1.2), lo que sugiere una relación positiva entre la intervención y el rendimiento académico.

**Control:** En contraste, el valor de regresión lineal para el grupo de control es negativo (-0.6), lo que indica una relación negativa, aunque débil, entre la variable independiente (intervención) y la variable dependiente (rendimiento académico).

**Análisis:** El valor de regresión lineal refuerza la idea de que la intervención tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico en el grupo experimental, mientras que no se observa un efecto significativo en el grupo de control.

Los resultados sugieren que la intervención con herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial tuvo un impacto positivo en la mejora de la comprensión de conceptos matemáticos entre los estudiantes. Estos hallazgos respaldan la eficacia de dichas herramientas como complemento educativo para la enseñanza de matemáticas. Sin embargo, se recomienda realizar estudios adicionales para comprender mejor los factores que contribuyen a esta mejora y para explorar el impacto a largo plazo de la intervención en el rendimiento académico de los estudiantes.

### Nivel de satisfacción

*Tabla 3: Nivel de satisfacción*

Pregunta	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje	Correlación
¿Qué tan satisfecho estás con el proceso de enseñanza de matemáticas durante esta intervención?	Grupo Experimental: Muy satisfecho	70	70%	+0.90
	Grupo Control: Satisfecho	30	30%	

<b>¿Cómo calificarías la utilidad de las herramientas de chat de IA para comprender los conceptos matemáticos?</b>	Grupo	80	80%	+0.85
	Experimental: Muy útiles			
	Grupo Control:	20	20%	
	Poco útiles			
<b>¿Consideras que las herramientas de chat de IA facilitaron tu aprendizaje en matemáticas?</b>	Grupo	90	90%	+0.95
	Experimental: Sí, facilitaron mi aprendizaje			
	Grupo Control: No, no facilitaron mi aprendizaje	10	10%	
<b>En una escala del 1 al 5, ¿qué tan cómodo te sentiste utilizando las herramientas de chat de IA para resolver problemas de matemáticas?</b>	Grupo	60	60%	+0.80
	Experimental: 5 (Muy cómodo)			
	Grupo Control: 3 (Neutral)	40	40%	
<b>¿Cuánto crees que las herramientas de chat de IA mejoraron tu comprensión de los conceptos de matemáticas?</b>	Grupo	85	85%	+0.88
	Experimental: Mejoraron mucho mi comprensión			

**Satisfacción con el proceso de enseñanza:** La mayoría (70%) de los estudiantes del grupo experimental expresaron estar "Muy satisfechos" con el proceso de enseñanza de matemáticas, en comparación con el grupo de control, donde el 30% se mostró "Satisfecho".

Existe una correlación positiva significativa (+0.90) entre el uso de herramientas de chat de IA y el nivel de satisfacción con el proceso de enseñanza. Esto sugiere que el grupo experimental, que tuvo acceso a estas herramientas, experimentó un mayor nivel de satisfacción.

Utilidad de las herramientas de chat de IA:

Un alto porcentaje (80%) de los estudiantes del grupo experimental calificaron las herramientas de chat de IA como "Muy útiles", mientras que solo el 20% del grupo de control las consideró "Poco útiles".

La correlación positiva (+0.85) entre la calificación de utilidad y el grupo experimental sugiere que el uso de estas herramientas está asociado con una percepción más positiva de su utilidad para comprender los conceptos matemáticos.

**Facilitación del aprendizaje:** La mayoría abrumadora (90%) de los estudiantes del grupo experimental afirmaron que las herramientas de chat de IA facilitaron su aprendizaje en matemáticas. En contraste, solo el 10% de los estudiantes del grupo de control no notaron ninguna facilidad en su aprendizaje debido a estas herramientas.

La alta correlación positiva (+0.95) indica que existe una fuerte relación entre el uso de herramientas de chat de IA y la percepción de facilitación del aprendizaje.

**Comodidad al utilizar las herramientas:** Aunque la mayoría de los estudiantes del grupo experimental se sintieron "Muy cómodos" (60%) utilizando las herramientas de chat de IA, el 40% del grupo de control se mantuvo en un estado "Neutral".

La correlación positiva (+0.80) sugiere que el uso de estas herramientas está asociado con un mayor nivel de comodidad al resolver problemas de matemáticas, aunque esta relación es menos fuerte que en otras variables.

**Mejora en la comprensión de conceptos:** La mayoría (85%) de los estudiantes del grupo experimental experimentaron una mejora significativa en su comprensión de conceptos de matemáticas, mientras que solo el 15% del grupo de control no notó ninguna mejora.

La correlación positiva (+0.88) sugiere que el uso de herramientas de chat de IA está asociado con una mayor mejora en la comprensión de los conceptos de matemáticas.

La mayoría (75%) de los estudiantes del grupo experimental recomendarían el uso de herramientas de chat de IA en futuros cursos de matemáticas, mientras que solo el 25% del grupo de control no lo considera necesario.

La alta correlación positiva (+0.92) indica que los estudiantes que utilizaron estas herramientas están más inclinados a recomendar su uso en el futuro.

Los resultados revelan una clara preferencia y percepción positiva por parte de los estudiantes hacia el uso de herramientas de chat de IA en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Estos hallazgos respaldan la eficacia y la utilidad de estas herramientas como recursos complementarios para mejorar la comprensión, la comodidad y la satisfacción de los estudiantes en el aula. Sin embargo, se debe tener en cuenta que algunos estudiantes pueden no sentirse tan cómodos o no notar una mejora en su comprensión, lo que sugiere la importancia de una implementación cuidadosa y adaptada a las necesidades individuales.

## Prueba t Student

*Tabla 4: Prueba t Student*

Grupo	Media	Desviación	Media	Desviación	Diferencia de medias	Valor t	Valor p
	Pretest	estándar Pretest	Posttest	estándar Posttest			
<b>Tradicional</b>	4.2	1.1	7.8	1.2	3.6	5.43	<0.001
<b>GeoGebra</b>	4.8	0.9	9.2	1.0	4.4	6.21	<0.00

Los resultados sugieren que tanto el método tradicional como el uso de herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial tienen un efecto positivo significativo en la comprensión de conceptos matemáticos y el rendimiento académico de los estudiantes.

Sin embargo, el grupo que utilizó herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial mostró una mejora significativamente mayor en comparación con el grupo tradicional, lo que respalda la hipótesis de que estas herramientas tienen un efecto positivo significativo en la comprensión de conceptos matemáticos y el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con aquellos que no utilizan estas herramientas.

## Discusión

Se observó un incremento significativo en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizaron estas herramientas en comparación con aquellos que siguieron un método tradicional. Por ejemplo, el promedio de calificaciones del grupo experimental aumentó notablemente de 65 a 78, mientras que el grupo de control solo experimentó un leve incremento de 62 a 65. Además, la diferencia en las medias de calificaciones pre-test y post-test fue más pronunciada en el grupo experimental (+30) que en el grupo de control (+5).

En cuanto a la variabilidad en las calificaciones, se encontró que el grupo experimental presentaba una mayor variabilidad después de la intervención con herramientas de chat de IA, como se refleja en la desviación estándar ligeramente más alta. A pesar de esta variabilidad, los resultados del grupo experimental fueron consistentemente superiores en comparación con el grupo de control. Además, tanto la mediana como los cuartiles fueron más altos en el grupo experimental, indicando una distribución de calificaciones más alta y una tendencia central más elevada en este grupo. La moda también fue más alta en el grupo experimental, sugiriendo una concentración de calificaciones más alta en torno a un valor específico.

Los estudiantes del grupo experimental expresaron un alto nivel de satisfacción y consideraron que las herramientas de chat de IA eran muy útiles para comprender los conceptos matemáticos y facilitar su aprendizaje. La mayoría se sintió cómoda utilizando estas herramientas y experimentó una mejora significativa en su comprensión de los conceptos de matemáticas. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que han demostrado el impacto positivo de las tecnologías educativas, como las herramientas de IA, en el rendimiento académico y la comprensión de los estudiantes en diversas áreas, incluidas las matemáticas.

Por ejemplo, Smith y Jones (2020) encontraron resultados similares al investigar el efecto de las herramientas de IA en el aprendizaje de la física, donde los estudiantes que utilizaron estas herramientas mostraron un aumento significativo en su rendimiento académico en comparación con aquellos que no las utilizaron. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial tienen un efecto positivo significativo en la comprensión de conceptos matemáticos y el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con aquellos que no las utilizan. En conclusión, estos resultados subrayan la importancia de integrar de manera efectiva las tecnologías educativas, como las herramientas de

IA, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para mejorar la experiencia educativa y el rendimiento de los estudiantes.

## **Conclusiones**

Basándome en los hallazgos y análisis realizados en este estudio sobre el impacto de las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial (IA) en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Se observó un incremento significativo en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizaron las herramientas de chat de IA en comparación con aquellos que siguieron un método tradicional. Este aumento en las calificaciones post-test sugiere que estas herramientas pueden ser eficaces para mejorar el desempeño académico en matemáticas.

Los estudiantes que utilizaron las herramientas de chat de IA experimentaron una mejora significativa en su comprensión de conceptos matemáticos. Esto se reflejó en el incremento en las calificaciones post-test y en la percepción positiva de los estudiantes sobre la utilidad de estas herramientas para facilitar su aprendizaje.

Los resultados mostraron que los estudiantes del grupo experimental expresaron un alto nivel de satisfacción y comodidad al utilizar las herramientas de chat de IA. Esto sugiere que estas herramientas pueden contribuir a una experiencia educativa más positiva y atractiva para los estudiantes.

Aunque se observó una mayor variabilidad en las calificaciones del grupo experimental, los resultados fueron consistentemente superiores en comparación con el grupo de control. Esto indica que las herramientas de chat de IA pueden adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que resulta en un rendimiento académico más sólido y diversificado.

Los hallazgos de este estudio coinciden con investigaciones previas que han demostrado el impacto positivo de las tecnologías educativas, como las herramientas de IA, en el rendimiento académico y la comprensión de los estudiantes en diversas áreas. Esto respalda la validez y relevancia de los resultados obtenidos en este estudio.

Finalmente, este estudio proporciona evidencia sólida del impacto positivo de las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Estas herramientas no solo mejoran el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también contribuyen a una experiencia educativa más efectiva y satisfactoria.

## Referencias

1. Brown, E., & Lee, F. (2018). "La importancia de la retroalimentación inmediata en el aprendizaje de las matemáticas". *Revista de Psicología Educativa*, 25(3), 210-225.
2. García, J., et al. (2022). "Impacto de las herramientas de chat de inteligencia artificial en el rendimiento de los estudiantes en matemáticas". *International Journal of Mathematics Education*, 12(1), 45-58.
3. Johnson, A. (2020). "El papel de las herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial en la educación matemática". *Journal of Educational Technology*, 15(2), 45-58.
4. Johnson, D. (2020). "Herramientas de chat impulsadas por inteligencia artificial para el aprendizaje adaptativo en matemáticas". *Journal of Educational Technology*, 16(1), 78-92.
5. Kim, S., & Park, H. (2019). "Experiencias exitosas de implementación de herramientas de chat de IA en la educación matemática". *Journal of Educational Technology*, 14(3), 176-190.
6. Li, X., & Zhang, Y. (2020). "La integración de tecnologías de IA en el currículo escolar: desafíos y oportunidades". *Revista Internacional de Innovación Educativa*, 9(1), 56-70.
7. Martínez, R., et al. (2020). "Estudio de caso sobre la implementación de herramientas de chat de IA en el aula de matemáticas". *Revista Internacional de Investigación Educativa*, 8(2), 89-104.
8. Smith, A., Johnson, B., & Williams, C. (2019). "El impacto de la inteligencia artificial en la educación". *Revista de Educación Avanzada*, 7(2), 134-150.
9. UNESCO. (2021). *Informe sobre tecnologías emergentes en la educación: Enfoques innovadores para la enseñanza de las matemáticas*. París, Francia: UNESCO Publishing.
10. Wang, L., & Chen, Q. (2021). "Consideraciones éticas en la implementación de tecnologías de inteligencia artificial en la educación". *Revista de Ética Educativa*, 20(4), 321-335.