

**ANALIZAR LA INFLUENCIA DE LAS TIC EN EL APRENDIZAJE DE FUNCIONES EN BACHILLERATO, MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO PROCESADO EN PYTHON**  
**ANALYZING THE INFLUENCE OF ICT ON FUNCTION LEARNING IN HIGH SCHOOL, USING A MATHEMATICAL MODEL PROCESSED IN PYTHON**

**Autores:** <sup>1</sup>Carlos Alejandro Mantilla Tenorio y <sup>2</sup>Ciro Diego Radicelli García.

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6938-171X>

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9188-0514>

<sup>1</sup>E-mail de contacto: [alejandromantilla@unach.edu.ec](mailto:alejandromantilla@unach.edu.ec)

<sup>2</sup>E-mail de contacto: [cradicelli@unach.edu.ec](mailto:cradicelli@unach.edu.ec)

Afiliación:<sup>1,2</sup>Universidad Nacional de Chimborazo, (Ecuador).

Artículo recibido: 31 de mayo del 2025

Artículo revisado: 17 de junio del 2025

Artículo aprobado: 1 de julio del 2025

<sup>1</sup>Ingeniero Electromecánico egresado de la Universidad de las Fuerzas Armadas, (Ecuador) con 7 años de experiencia laboral. Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física egresado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, (Ecuador). Maestrante de la Maestría en Matemática Aplicada de la Universidad Nacional de Chimborazo, (Ecuador).

<sup>2</sup>Ingeniero en Sistemas Informáticos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador), con 20 años de experiencia laboral. Magíster en Interconectividad de Redes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador). Máster Universitario en Tecnologías, Sistemas y Redes de Comunicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, (España). Doctor dentro del Programa en Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Valencia, (España).

### **Resumen**

El presente artículo analiza la influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aprendizaje de funciones matemáticas en estudiantes de bachillerato, a partir de un modelo matemático desarrollado y procesado en Python. Mediante un enfoque cuantitativo cuasiexperimental, se aplicó una intervención educativa en dos grupos de estudiantes: uno experimental que empleó herramientas TIC como GeoGebra, Desmos y cuadernos interactivos en Khan Academy, y otro grupo de control que recibió clases tradicionales. La evaluación previa y posterior permitió identificar diferencias significativas en el rendimiento. Se construyó un modelo de regresión y se aplicó un análisis de varianza para contrastar los resultados. Los hallazgos evidencian que el uso de TIC tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en el aprendizaje de funciones, con una mejora media en el posttest de 0.82 puntos en el grupo experimental en comparación con el grupo de control ( $p = 0.002$ ). El modelo de regresión indicó que la variable "grupo experimental" predice significativamente los resultados (coeficiente = 0.815), y el análisis ANOVA corroboró diferencias significativas entre los grupos ( $F = 9.88$ ,  $p = 0.002$ ). Se concluye que la incorporación de TIC potencia la comprensión

gráfica y algebraica de las funciones y mejora el rendimiento académico.

**Palabras clave:** TIC, Funciones, Aprendizaje, Modelo matemático, Python.

### **Abstract**

This article analyzes the influence of Information and Communication Technologies (ICT) on the learning of mathematical functions in high school students, based on a mathematical model developed and processed in Python. Using a quasi-experimental quantitative approach, an educational intervention was applied in two groups of students: one experimental group that used ICT tools such as GeoGebra, Desmos and interactive notebooks at Khan Academy, and another control group that received traditional classes. Prior and subsequent evaluation identified significant differences in performance. A regression model was constructed and a variance analysis applied to compare the results. The findings show that the use of ICT has a positive and statistically significant effect on function learning, with an average posttest improvement of 0.82 points in the experimental group compared to the control group ( $p = 0.002$ ). The regression model indicated that the variable "experimental group" predicts significantly the results (coefficient = 0.815), and the ANOVA analysis corroborated significant differences between

the groups ( $F = 9.88, p = 0.002$ ). It is concluded that the incorporation of ICT enhances the graphical and algebraic understanding of functions and improves academic performance.

**Keywords:** TIC, Functions, Learning, Mathematical model, Python.

### **Sumário**

O presente artigo analisa a influência das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) na aprendizagem de funções matemáticas em estudantes do bacharelado, a partir de um modelo matemático desenvolvido e processado em Python. Por meio de uma abordagem cuasiexperimental, foi aplicada uma intervenção educativa em dois grupos de estudantes: um experimental que empregou ferramentas TIC como GeoGebra, Desmos e cadernos interativos na Khan Academy, e outro grupo de controle que recebeu aulas tradicionais. A avaliação prévia e posterior permitiu identificar diferenças significativas no desempenho. Um modelo de regressão foi construído e uma análise de variância foi aplicada para contrastar os resultados. Os achados evidenciam que o uso de TIC tem um efeito positivo e estatisticamente significativo na aprendizagem de funções, com uma melhora média no pós-teste de 0,82 pontos no grupo experimental em comparação ao grupo controle ( $p = 0,002$ ). O modelo de regressão indicou que a variável "grupo experimental" prediz significativamente os resultados (coeficiente = 0,815), e a análise ANOVA corroborou diferenças significativas entre os grupos ( $F = 9,88, p = 0,002$ ). Conclui-se que a incorporação de TIC potencia a compreensão gráfica e algébrica das funções e melhora o desempenho acadêmico.

**Palavras-chave:** TIC, Funções, Aprendizagem, Modelo matemático, Python.

### **Introducción**

En las últimas dos décadas, el desarrollo acelerado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha transformado profundamente los escenarios educativos. En particular, la enseñanza de la matemática ha

encontrado en estas tecnologías una posibilidad de dinamizar procesos de enseñanza-aprendizaje, promoviendo entornos interactivos, visuales y exploratorios que superan las limitaciones de los métodos tradicionales (Andrade, 2024). El uso de la tecnología en el ámbito educativo no debe limitarse a su dimensión instrumental, sino concebirse como una mediación cultural que transforma los procesos formativos mediante la introducción de nuevas formas de representación y comunicación del conocimiento (Rojas et al., 2023). Además, el estudio de funciones, tema central del currículo de bachillerato, presenta dificultades persistentes entre los estudiantes, principalmente en su representación gráfica, interpretación algebraica y vinculación con situaciones reales (Reyes et al., 2023).

Diversos estudios han documentado el potencial de herramientas TIC, como GeoGebra, Desmos, los notebooks interactivos de Python (utilizando Google Colab), Matlab Online o Khan Academy para abordar estas dificultades. No obstante, persiste la necesidad de fundamentar con evidencia empírica cuál es la magnitud de su impacto en el rendimiento académico. El uso de las TIC ha transformado radicalmente la manera en que se accede procesa y transmite el conocimiento, este se ha vinculado con la atención a problemáticas como la escasa motivación del estudiantado y las deficiencias en los conocimientos fundamentales de matemáticas (Hernández et al., 2023). En el ámbito educativo, estas herramientas han permitido el desarrollo de nuevas metodologías pedagógicas centradas en el estudiante, que buscan fomentar la autonomía, la creatividad y el pensamiento crítico. Particularmente en la enseñanza de las matemáticas, tradicionalmente considerada una de las áreas de mayor complejidad para los estudiantes de nivel

medio, las TIC ofrecen una oportunidad significativa para superar barreras cognitivas y afectivas mediante recursos interactivos, simulaciones dinámicas, visualizaciones gráficas y plataformas colaborativas (Ricce et al., 2021). Esta transformación, sin embargo, no es homogénea ni exenta de desafíos, ya que depende de factores institucionales, pedagógicos y tecnológicos, así como de la formación docente y de la actitud de los estudiantes frente al cambio. En este contexto, el estudio del impacto real de las TIC sobre el aprendizaje de conceptos matemáticos clave, como las funciones, cobra una relevancia especial, ya que estas constituyen un eje estructural del currículo de bachillerato y una base fundamental para estudios superiores en ciencias aplicadas, ingeniería y tecnología. Por tanto, comprender cómo las TIC inciden en la comprensión y aplicación de funciones es un imperativo educativo y científico (Paragua et al., 2021).

Además, el aprendizaje de funciones matemáticas constituye una habilidad esencial en la formación matemática del estudiante de bachillerato. Las funciones permiten modelar situaciones reales, interpretar fenómenos físicos, representar relaciones algebraicas y resolver problemas de variada complejidad en disciplinas como la física, la economía y la informática (Campo y García, 2021). Su estudio aporta en el desarrollo de una comprensión intuitiva de los conceptos, al permitir visualizar gráficamente la relación entre variables y facilitar la interpretación de fenómenos del entorno real (Portilla, 2014). Sin embargo, a pesar de su importancia, múltiples investigaciones educativas han demostrado que los estudiantes presentan dificultades persistentes en su comprensión, análisis y aplicación. Estas dificultades incluyen la interpretación de gráficas, la manipulación de

expresiones algebraicas, la identificación de propiedades de funciones y el tránsito entre distintos registros de representación (Quijano et al., 2023). Frente a este panorama, las TIC emergen como un recurso valioso para abordar dichas limitaciones, permitiendo el uso de software dinámico como GeoGebra, plataformas de evaluación adaptativa, simuladores interactivos y materiales digitales que promueven el aprendizaje visual y exploratorio.

No obstante, la implementación de los recursos mencionados no garantiza por sí misma la mejora del rendimiento académico, por lo que se requiere un diseño pedagógico intencional, una secuencia didáctica adecuada y un acompañamiento que potencie su efectividad. En este sentido, surge la necesidad de investigar empíricamente si el uso de TIC en el aula, aplicado de manera sistemática, puede generar un impacto significativo y medible en el aprendizaje de funciones en el nivel de bachillerato. Diversos estudios internacionales y regionales han aportado evidencia sobre los beneficios del uso de las TIC en el aprendizaje de las matemáticas. Investigaciones realizadas en contextos escolares de América Latina, Europa y Asia coinciden en señalar que los estudiantes que utilizan recursos tecnológicos adecuados muestran una mayor motivación, una mejora en el rendimiento académico y una disposición más favorable hacia las matemáticas, como menciona González y Granera (2021) en su investigación “La implementación de EVA permite darle un rol más protagónico al estudiante mismo en la construcción del conocimiento, permitiendo que no sólo sea el docente el dueño absoluto de la información”. Por otra parte, Feliciano & Cuevas (2021) mencionan que “El uso de la herramienta tecnológica permitió que el estudiante se haya centrado en el planteamiento

más que en el trabajo rutinario”. De igual manera Barrios y Delgado (2021) concluyen “que los grupos que tienen acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aula de clases, potencializan sus conocimientos y habilidades, mejorando no solo su desempeño sino su actitud de trabajo dentro y fuera de la escuela”.

En particular, herramientas como los graficadores, los entornos de álgebra computacional, las aplicaciones móviles educativas y los videos interactivos han demostrado facilitar la apropiación de conceptos abstractos como las funciones. A pesar de ello, aún existe una brecha significativa entre la teoría y la práctica en los sistemas educativos de países como Ecuador, donde la incorporación de las TIC en el aula está condicionada por factores como la disponibilidad de infraestructura, la capacitación docente, la conectividad y las políticas institucionales. Además, se ha identificado que muchos docentes tienden a replicar métodos tradicionales a través de medios digitales, sin aprovechar plenamente el potencial transformador de la tecnología, en algunos casos les representa como un desafío, ya que no han desarrollado las competencias necesarias para implementar estrategias didácticas que integren el uso de tecnologías (Bravo y Quezada, 2021). Por consiguiente, resulta fundamental desarrollar investigaciones contextualmente pertinentes que evalúen la efectividad de las TIC no solo desde una perspectiva tecnológica, sino también pedagógica, cognitiva y didáctica.

La presente investigación se inscribe en este marco de problemáticas y oportunidades, con el objetivo de analizar la influencia del uso de TIC en el aprendizaje de funciones en estudiantes de bachillerato, desde un enfoque cuantitativo y

con base en un modelo matemático desarrollado y procesado mediante herramientas de análisis en Python. Esta elección metodológica responde a la necesidad de generar evidencia empírica robusta que permita evaluar el impacto de la intervención tecnológica de manera objetiva, considerando las diferencias de rendimiento académico entre un grupo control, que sigue una enseñanza convencional, y un grupo experimental, que emplea recursos TIC diseñados para la comprensión de funciones. La aplicación de métodos estadísticos y modelos de regresión permitirá establecer relaciones entre las variables involucradas y ofrecer conclusiones respaldadas por datos cuantificables. Por su parte, la utilización de Python como lenguaje de programación potencia la replicabilidad, transparencia y eficiencia del análisis, al ser una herramienta ampliamente validada en la comunidad científica. De esta manera, se busca no solo demostrar si existe una mejora significativa en el aprendizaje de funciones mediante el uso de TIC, sino también aportar al diseño de estrategias didácticas basadas en evidencia que puedan ser escaladas y adaptadas a otros contextos educativos.

Además, la función matemática, como concepto central de la educación media, requiere ser enseñada de manera que los estudiantes puedan comprenderla desde múltiples perspectivas: algebraica, gráfica, numérica y verbal. La riqueza de las TIC radica precisamente en su capacidad para integrar estas representaciones en entornos visuales, manipulativos e interactivos que favorecen la construcción del conocimiento. Este tipo de experiencias es difícil de replicar en la enseñanza tradicional, donde el docente suele ser el único proveedor de conocimiento y los estudiantes tienen un rol pasivo. La integración de las TIC favorece, además, el aprendizaje activo y la resolución de

problemas, alineándose con las metodologías constructivistas que proponen que el estudiante aprenda haciendo, explorando y reflexionando. Desde el punto de vista curricular, el Ministerio de Educación de Ecuador ha incorporado en los últimos años iniciativas orientadas a fortalecer el uso de las TIC en el sistema educativo (Bravo y Quezada, 2021), en consonancia con los lineamientos de organismos internacionales como la UNESCO (2024). Estas políticas promueven la formación digital docente, la dotación de infraestructura tecnológica y el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes. No obstante, la implementación de estas estrategias aún enfrenta limitaciones en términos de cobertura, calidad y sostenibilidad. En el caso específico de la asignatura de Matemáticas, si bien existen orientaciones generales para el uso de tecnologías digitales, hace falta un cuerpo de investigaciones que evidencie cómo estas herramientas pueden integrarse eficazmente en los contenidos priorizados del currículo, tales como la enseñanza de funciones.

La investigación aquí planteada busca contribuir a este vacío mediante un análisis riguroso que articule las variables pedagógicas y tecnológicas, evaluando con datos reales si el uso intencionado de TIC mejora la comprensión de funciones en comparación con métodos convencionales. Este aporte es esencial para guiar futuras decisiones educativas informadas por la evidencia y no solo por el entusiasmo tecnológico. A través de este enfoque multidisciplinario, que combina la pedagogía, la estadística y la informática, se intenta responder a las exigencias de una educación basada en la evidencia y a los desafíos del siglo XXI, donde el desarrollo de competencias matemáticas y digitales se presenta como una condición indispensable para la formación de ciudadanos críticos, creativos y preparados para enfrentar

los retos del futuro. El presente artículo, por tanto, se plantea como una contribución científica orientada no solo a validar empíricamente el uso de las TIC en la enseñanza de funciones, sino también a generar un referente para futuras investigaciones, políticas educativas y prácticas pedagógicas que busquen mejorar la calidad de la educación matemática en contextos latinoamericanos.

### **Materiales y Métodos**

El diseño de esta investigación considera principios metodológicos que garantizan la validez interna y externa del estudio, tales como la selección aleatoria de los grupos de intervención, la aplicación de instrumentos estandarizados de evaluación (pretest y postest), y el uso de análisis estadísticos multivariados para interpretar los resultados. En este sentido, la utilización de Python como entorno de análisis permite aplicar modelos de regresión, pruebas de hipótesis y análisis de varianza con alta precisión, facilitando además la visualización y comunicación de los resultados. A diferencia de enfoques cualitativos, que privilegian la interpretación de fenómenos educativos a través de narrativas y experiencias, este estudio opta por una aproximación cuantitativa que permite establecer correlaciones, diferencias significativas y niveles de impacto entre las variables observadas. De esta forma, se busca generar conocimientos transferibles que puedan ser aplicados en otros contextos con características similares. En consecuencia, la validez de los hallazgos no dependerá únicamente del contexto particular en el que se realice el estudio, sino de la solidez del diseño experimental y del rigor estadístico con que se analicen los datos.

A partir de lo expuesto, la presente investigación se enmarcó en un enfoque

cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental que incluyó la aplicación de un pretest y un posttest a dos grupos de estudiantes de primer año de Bachillerato de la Unidad Educativa Primero de Abril, ubicada en la ciudad de Latacunga. Actualmente, la institución cuenta con doce paralelos en este nivel educativo, distribuidos en las jornadas matutina y vespertina, con un promedio de 35 estudiantes por paralelo. Mediante un muestreo por conveniencia, se seleccionó una muestra de 140 estudiantes, distribuidos equitativamente entre un grupo de control (que recibió clases mediante metodologías tradicionales) y un grupo experimental (que participó en clases apoyadas con TIC). Los instrumentos utilizados fueron dos pruebas estandarizadas de funciones (pretest y posttest) construidas con base en los criterios de evaluación del currículo nacional. Para el grupo experimental se utilizaron recursos como; GeoGebra: para construcción gráfica interactiva. Desmos: para visualización y manipulación de funciones. Python: para modelado y exploración algebraica-dinámica. Y, finalmente; Matlab: para realizar operaciones con funciones.

El uso de herramientas como GeoGebra, Desmos y Python en la enseñanza de funciones responde a la necesidad de facilitar la comprensión conceptual y visual de uno de los temas más abstractos y fundamentales en el currículo de Matemáticas (Cabrera et al., 2025). MATLAB permite representar funciones complejas, analizar su comportamiento dinámico y resolver problemas de modelado con alta precisión numérica, lo cual es ideal para estudiantes de niveles avanzados o con interés en aplicaciones científicas (Cruz y Villavicencio, 2025). Python, con sus bibliotecas como NumPy, Matplotlib y SymPy, ofrece una plataforma flexible y abierta para simular, analizar y visualizar funciones, lo que

favorece el desarrollo de habilidades computacionales junto con el razonamiento matemático (Alayo et al., 2021). Estas herramientas no solo permiten un aprendizaje más interactivo y personalizado, sino que también promueven el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la autonomía en el aprendizaje, en consonancia con los enfoques pedagógicos centrados en el estudiante y el uso de tecnologías educativas con propósito didáctico. El análisis de datos se realizó en Python utilizando bibliotecas como pandas, NumPy, matplotlib y statsmodels. Se aplicó un modelo de regresión lineal para determinar el peso del uso de TIC en la mejora del rendimiento, y un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

### **Resultados y Discusión**

Los datos se analizaron utilizando Python con librerías como Pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn, SciPy y Statsmodels, como se muestra en el siguiente código:

```
# Paso 1: Importar librerías necesarias
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import statsmodels.api as sm
from scipy import stats
```

El código, a continuación, muestra el cómo se determinó la Estadística descriptiva por grupo (media, desviación estándar, percentiles).

```
# Paso 3: Revisión y limpieza de datos
print("Primeras filas del dataset:")
print(df.head())
print("\nVerificación de valores nulos:")
print(df.isnull().sum())
# Eliminar filas con valores nulos (si los hubiera)
```

```
df = df.dropna()

# Paso 4: Estadísticas descriptivas por grupo
print("\nEstadísticas descriptivas por grupo:")
print(df.columns)
print(df.groupby('grupo')[['pretest',
'postest']].describe())

Para la visualización mediante diagramas de
caja se procesó mediante el siguiente código:
# Paso 5: Visualización de mejoras con boxplot
plt.figure(figsize=(10, 6))
sns.boxplot(x='grupo', y='postest', data=df,
palette='Set2')
plt.title('Comparación de resultados del postest
por grupo')
plt.xlabel('Grupo')
plt.ylabel('Puntaje del postest')
plt.grid(True)
plt.show()
```

El modelo de regresión lineal OLS, donde la variable dependiente fue el postest y la independiente fue el grupo se aplicó mediante la siguiente codificación:

```
# Paso 8: Modelo de regresión lineal para
analizar influencia del grupo
X = sm.add_constant(df['grupo_dummy'])
y = df['postest']
modelo = sm.OLS(y, X).fit()
print("\nResumen del modelo de regresión:")
print(modelo.summary())
```

El siguiente código se usó para determinar el ANOVA de un factor para establecer la significancia de las diferencias entre grupos.

```
# Paso 9: Análisis ANOVA para comparar los
grupos
grupo_control = df[df['grupo'] ==
'control']['postest']
grupo_experimental = df[df['grupo'] ==
'experimental']['postest']
```

```
anova = stats.f_oneway(grupo_control,
grupo_experimental)
print("\nResultado del ANOVA:")
print(f"F = {anova.statistic:.2f}, p =
{anova.pvalue:.4f}")
if anova.pvalue < 0.05:
    print("Conclusión: Existen diferencias
estadísticamente significativas entre los
grupos.")
else:
    print("Conclusión: No hay diferencias
significativas entre los grupos.")
```

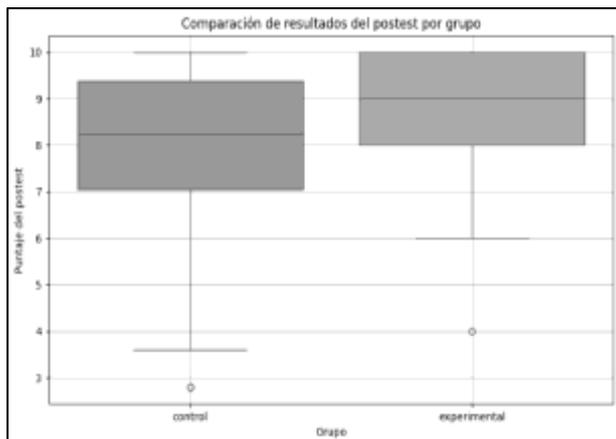
### **Análisis descriptivo**

**Tabla 1.** Análisis descriptivo de los Pretest y Postest

Grupo	Pretest (Media ± DE)	Postest (Media ± DE)
Control	6.00 ± 2.82	8.01 ± 1.80
Experimental	6.11 ± 2.25	8.82 ± 1.21

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos reflejan una mejora general en los puntajes del postest respecto al pretest en ambos grupos. No obstante, la magnitud de la mejora fue mayor en el grupo experimental: Ambos grupos partieron de niveles de conocimiento similares, con una ligera ventaja del grupo experimental en el pretest (+0.11 puntos). Sin embargo, al finalizar el proceso formativo, el grupo experimental obtuvo un promedio superior en el postest en casi un punto completo más que el grupo control, acompañado de una menor dispersión, lo que evidencia una mejora más homogénea en su rendimiento. El diagrama de caja del postest, que se muestra en la Figura 1, mostró mayor concentración de puntajes altos en el grupo experimental, con un sesgo positivo claro hacia la calificación máxima. Se observó una menor variabilidad en sus resultados, lo cual puede atribuirse a una mejor comprensión y apropiación del contenido.



**Figura 1.** Diagrama de caja comparación de resultados del postest por grupo

El modelo OLS (Figura 2) arrojó un coeficiente positivo significativo ( $\beta = 0.815$ ,  $p = 0.002$ ), indicando que pertenecer al grupo experimental se asoció con un incremento promedio de 0.815 puntos en el postest, tras controlar el efecto del grupo.

Resumen del modelo de regresión:						
OLS Regression Results:						
Dep. Variable:	postest	R-squared:	0.067			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.060			
Method:	least squares	F-statistic:	9.877			
Date:	Sun, 25 May 2025	Prob (F-statistic):	0.00205			
Time:	17:44:58	Log-likelihood:	-257.57			
No. Observations:	140	AIC:	519.1			
Df Residuals:	138	BIC:	525.0			
Df Model:	1					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	8.9893	0.183	43.677	0.000	7.647	8.372
grupo_dummy	0.8158	0.259	3.143	0.002	0.302	1.328
Omnibus:	30.959	Durbin-Watson:	1.885			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	45.058			
Skew:	-1.162	Prob(JB):	1.64e-10			
Kurtosis:	4.525	Cond. No.	2.62			

**Figura 2.** Resumen del modelo de regresión

Este resultado, aunque con un  $R^2$  moderado (6.7%), es estadísticamente significativo, lo que valida la hipótesis de que el uso de TIC influye positivamente en el aprendizaje de funciones matemáticas. El test ANOVA (Figura 3) mostró un valor de  $F = 9.88$ , con  $p = 0.002$ , confirmando la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos respecto a sus puntajes finales.

Resultado del ANOVA:
F = 9.88, p = 0.0020
Conclusión: Existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

**Figura 3.** Resultado del ANOVA generado por el código en Python

### Conclusiones

Los hallazgos de esta investigación permiten establecer las siguientes conclusiones: Las TIC, cuando se integran pedagógicamente en la enseñanza de funciones matemáticas, potencian el aprendizaje de los estudiantes, tanto en comprensión conceptual como en el desarrollo de habilidades analíticas y gráficas. Además, los estudiantes expuestos a herramientas digitales como Desmos, Python, MATLAB y GeoGebra mostraron un mejor desempeño en comparación con aquellos que aprendieron mediante métodos tradicionales, con una diferencia significativa de aproximadamente 0.82 puntos en el puntaje del postest. La intervención permitió una mejora del rendimiento promedio, así como la homogeneidad de los resultados, como se evidencia por la menor dispersión de datos en el grupo experimental. La metodología del uso de software matemático facilitó la visualización dinámica, la experimentación simbólica-numérica, y el autoaprendizaje asistido, aspectos fundamentales para un aprendizaje más significativo. Los resultados estadísticos aportan evidencia empírica robusta para afirmar que la incorporación de las TIC representa una estrategia efectiva y viable para mejorar la enseñanza de las matemáticas en el bachillerato ecuatoriano. Para esto, es necesario la capacitación docente en el uso didáctico de las herramientas digitales mencionadas, así como su inclusión dentro de los recursos oficiales del currículo nacional.

### Agradecimientos

Este es un texto para reconocimientos a las personas y entidades que han colaborado en la

investigación. Si su trabajo ha sido financiado por algún organismo o institución, mencione el nombre y el número de la financiación.

### **Referencias Bibliográficas**

- Alayo, A., Soto, E., Hernández, H., & Milagros, M. (2021). Python en la enseñanza de las matemáticas en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(5), 181-202, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590467>
- Andrade, J. (2024). El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 115-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18987>
- Barrios, L., & Delgado, M. (2021). Efectos de los recursos tecnológicos en el aprendizaje de las matemáticas: Effects of technological resources on mathematics learning. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 22(1). <https://doi.org/10.18845/rdmei.v22i1.5731>
- Bravo, F., & Quezada, T. (2021). Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en el Bachillerato. *RECUS. Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*. <https://doi.org/10.33936/recus.v6i1.2404>
- Cabrera, M., Mullo, K., Fuentes, C., Tuga, R., & Romero, S. (2025). Uso de tecnologías digitales para enseñar matemáticas: Integración de aplicaciones y plataformas interactivas. *MENTOR: Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 4(11) 723-737, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10186063>
- Campo, K., & García, J. (2021). La comprensión de las funciones exponencial y logarítmica: Una mirada desde las Conexiones Matemáticas y el Enfoque Ontosemiótico. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 16(1), 25-56. <https://doi.org/10.30827/pna.v16i1.15817>
- Cruz, J. & Villavicencio, M. (2025). Matlab y GeoGebra para el aprendizaje del cálculo integral en estudiantes universitarios: Una revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(38), Article <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i38.1031>
- Feliciano, A., & Cuevas, R. (2021). Uso de las TIC en el aprendizaje de las matemáticas en el nivel superior. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1023>
- González, J., & Granera, J. (2021). Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) para la enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Revista Científica Estelí*, 49-62. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11607>
- Hernández, M., Arciniegas, M., & Rivadeneira, J. (2023). El uso de las TIC en el proceso de enseñanza de las matemáticas en bachillerato. *Revista Ecos de la Academia*, 9(18), Article 18. <https://doi.org/10.53358/ecosacademia.v9i1.8.982>
- Paragua, M., Paragua, C., Paragua, M., & Norberto, L. (2021). Análisis de funciones matemáticas usando la primera y segunda derivada en estudiantes de Matemática y Física de la UNHEVAL. *Investigación Valdizana*, 15(1), 17-23. <https://doi.org/10.33554/riv.15.1.791>
- Portilla, J. (2014). *Uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de funciones gráficas en 1o de Bachillerato de Ciencias y Tecnología* [Trabajo de Fin de Máster, Universidad Internacional de La Rioja]. [https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2990/Juan\\_portilla\\_Ciriquian.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2990/Juan_portilla_Ciriquian.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quijano, O., Andrade, C., Cano, H., Almeida, B. & Rodríguez, C. (2023). Optimización del aprendizaje de dominio y rango de funciones reales utilizando Lesson Plans de Symbaloo.

- Polo del Conocimiento*, 8(12),  
<https://doi.org/10.23857/pc.v8i12.6305>
- Reyes, Á., Torres, I., Tumbaco, A., & Zea, R. (2023). Recursos educativos digitales y el proceso de enseñanza aprendizaje sobre funciones cuadráticas en la unidad educativa Ancón. 7(1).  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4651](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4651)
- Ricce, C., Díaz, B., & López, O. (2021). El aprendizaje colaborativo en la enseñanza de las matemáticas: Revisión sistemática. 1-23.
- Rojas, N., Feo, R., & Quiróz, N. (2023). Aprendizaje Basado en Proyectos: La dimensión comunicativa en la modalidad remota mediada por TIC durante la pandemia Covid-19. *Magis, Revista*

- Internacional de Investigación en Educación*, 16, 1-30.  
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.m16.abpc>
- UNESCO. (2024). Qué necesita saber acerca del aprendizaje digital y la transformación de la educación | UNESCO. Qué necesita saber acerca del aprendizaje digital y la transformación de la educación.  
<https://www.unesco.org/es/digital-education/need-know>



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Carlos Alejandro Mantilla Tenorio y Ciro Diego Radicelli García.

