

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v9i17.0341>

USO DEL SIMULADOR PHET COMO APOYO EN EL PROCESO ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

USE OF THE PHET SIMULATOR AS SUPPORT IN THE TEACHING – LEARNING PROCESS OF MATHEMATICS

Iñamagua-Vázquez Fanny Raquel ¹; Quizhpi-Farfán Elisabeth de Lourdes ²;
Vera-Pisco Dimas Geovanny ³

¹ Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Guayaquil, Ecuador.
Correo: fanny.inamagua@uees.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-7169-5038>.

² Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Guayaquil, Ecuador.
Correo: elisabeth.quizhpi@uees.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2416-3376>.

³ Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Guayaquil, Ecuador.
Correo: dverap@uees.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3524-0907>.

Resumen

El uso de herramientas digitales en el área de la matemática, como los simuladores interactivos, han permitido abordar, de forma visual y dinámica, muchos de los conceptos abstractos, lo que favorece el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. El objetivo principal de este artículo es determinar la efectividad del uso del simulador PhET en el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática, frente a una enseñanza tradicional. La metodología aplicada fue con un enfoque cuantitativo en un diseño cuasi-experimental, con un muestreo probabilístico simple, considerando a 63 estudiantes de Octavo de Educación General Básica (EGB) de dos instituciones: una Fiscomisional y la otra Fiscal. Se aplicaron evaluaciones pre-test (diagnóstica) y post-test (sumativa) para un posterior análisis tanto descriptivo como inferencial. Se determinó que los datos no cumplían con la normalidad por lo que, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U. Los resultados arrojados presentaron un $p = .0153$, lo que determina que existe una diferencia estadística significativa a favor de la institución fiscomisional que reforzó su proceso con la implementación del simulador PhET, como recurso didáctico que involucra activamente a los estudiantes en la construcción de su conocimiento de manera más significativa a diferencia de la fiscal que conservó una metodología tradicional con la exposición de contenidos de forma pasiva. Se sugiere que en futuras investigaciones se analice el impacto de la aplicación de simuladores en el área de la matemática.

Palabras clave: Aprendizaje. Herramienta tecnológica. Fiscal. Fiscomisional. Matemática. Simulador.

Abstract

The use of digital tools in mathematics, such as interactive simulators, has allowed for a visual and dynamic approach to many abstract concepts, fostering the development of logical-mathematical thinking. The main objective of this article is to determine the effectiveness of using the PhET simulator in the teaching-learning process of mathematics compared to traditional instruction. The methodology applied was quantitative, with a quasi-experimental design and simple random sampling, involving 63 eighth-grade students from Basic General Education (EGB) in two institutions: one Fiscomisional (faith-based) and the other Fiscal (public). Pre-test (diagnostic) and post-test (summative) assessments were administered, followed by both descriptive and inferential analysis. It was determined that the data did not meet normality assumptions, so the non-parametric Mann-Whitney U test was used. The results yielded a $p = .0153$, indicating a statistically significant difference in favor of the Fiscomisional institution, which enhanced its teaching process by implementing the PhET simulator as a didactic resource. This

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 09 de enero de 2026.

Fecha de aceptación: 20 de marzo de 2026.

Fecha de publicación: 20 de abril de 2026.

tool actively engaged students in constructing their knowledge more meaningfully, unlike the Fiscal institution, which maintained a traditional methodology with passive content delivery. It is suggested that future research analyzes the impact of simulator applications in mathematics education.

Keywords: Learning. Fiscal. Fiscomisional. Mathematical. Simulator. Technological tool.

1. Introducción

Muchos jóvenes estudiantes, consideran a la matemática como algo aburrido y no aplicable a sus intereses, construyendo una barrera en su aprendizaje, por lo que los docentes deben buscar estrategias que permitan despertar el interés en sus estudiantes y que comprendan que los conocimientos adquiridos pueden ser aprovechados en contextos reales y prácticos (Cáceres-Mesa et al., 2025). Para esto, se debe considerar que el desempeño académico de los alumnos, no sólo depende de su capacidad intelectual, sino también se ve influenciado por las diversas formas en la que, cada uno adquiere el conocimiento, haciendo que su estilo de aprendizaje sea diferente y único (Mariñez-Báez, 2024). Según Rivera et al. (2016) mencionan que uno de los criterios para determinar dichos estilos es cómo los estudiantes captan y procesan la información utilizando los sentidos:

Visual, Auditivo y Kinestésico (VAK), sin embargo, es necesario especificar, que el estudiante puede utilizar una combinación de estilos, aunque por lo general uno de ellos es el predominante, reduciendo la utilización del otro u otros. Esto significa que el visual lo hace mediante la observación de gráficos, esquemas y demostraciones; el auditivo oyendo explicaciones y con su participación en discusiones, mientras que el kinestésico asocia la información manipulando objetos y ejecutando actividades físicas (Paucar-Tinajero et al., 2025).

Guerrido-Tumbaco et al. (2025) señalan la importancia de la visualización dentro de la matemática, ya que se ha demostrado que la interacción visual con los conceptos matemáticos mediante tecnología digital o representaciones gráficas permiten que el interés, la motivación y la participación del estudiante aumente notablemente, fomentando un

ambiente de aprendizaje más dinámico y atractivo. En este sentido, Machado Pico et al. (2024) complementan esta perspectiva al indicar que las herramientas digitales permiten que los estudiantes puedan avanzar a su propio ritmo cubriendo así las necesidades individuales, fortaleciendo los contenidos en los que presentan dificultades y avanzando rápidamente en aquellos que ya alcanzan su dominio.

El mundo, según Vallejo et al. (2022) ha sido afectados en todos los niveles por la pandemia de COVID-19, pues se ha generado una ruptura en el ámbito educativo y a nivel de Latinoamérica nos enfrentamos a dos grandes barreras: la primera tiene relación con el financiamiento, equipos, acceso a internet y la segunda se basa en las creencias de los docentes, habilidades y calidad del contenido, por lo que en sus estudios realizados en Colombia sugieren que el uso de plataformas virtuales como PhET es una opción práctica, interactiva e intuitiva para complementar actividades de laboratorio. Por otro lado, Karina et al. (2013) afirman que la matemática es mejor aprendida con el uso de tecnología computacional sobre todo

con materiales virtuales y simuladores interactivos, sustentando varias investigaciones con el respaldo de la NCTM (Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas), lo que le lleva a concluir que la tecnología educativa si se usa de manera intencional y pedagógicamente fundamentada, puede mejorar significativamente el aprendizaje matemático, especialmente si se integra con métodos de enseñanza innovadores que prioricen la comprensión profunda y la resolución de problemas.

Cabe señalar que Bulut et al. (2023) en sus estudios mencionan que la matemática parte desde la enseñanza con papel, lápiz y pizarra, pese a que la tecnología ha avanzado su adopción en la matemática, se ha visto limitado, por lo que el docente debe mejorar su comprensión conceptual, guiar el aprendizaje paso a paso, fomentar el diálogo en la resolución de problemas reales, concluyendo en base al sustento de 64 estudios que utilizando RA (Realidad Aumentada), mejora considerablemente la motivación, la autonomía, la creatividad y el trabajo

en equipo, por ende el éxito académico, por tanto, la visualización y el aprendizaje enfocados en el estudiante, permitirá una mejora en los procesos educativos.

Cabe añadir que el estudio de Whitacre et. al (2018) afirma que uno de los problemas de los maestros es la presión que sufren por el cumplimiento de estándares y han encontrado en las herramientas tecnológicas el camino para alivianar la presión, haciendo eficiente el involucramiento de los estudiantes en actividades alineadas a los estándares, por lo que, afirma que los simuladores fomentan en ellos la exploración, el descubrimiento y, a través de instrucciones centradas en lo que necesitan aprender se les pone a prueba su comprensión, pues con estas aplicaciones, tienen como base un juego guiado para que tenga mayor relevancia y una mejor obtención en los resultados observados y así verificar el impacto que tiene en la actitud hacia la matemática y el aprendizaje del contenido por parte de todos los que aprenden utilizando esta tecnología. De igual forma Chamberlain et al. (2014) en sus investigaciones llegan

a la conclusión que los estudiantes que tienen simulación interactiva con guía mínima en un entorno de aula se comprometen activamente y prestan atención a las características específicas y que si tienen una guía intensa disminuye la interacción y exploración de la simulación, por lo tanto, cuando se enseña utilizando simuladores es importante tomar en cuenta estas consideraciones.

Islim et al. (2024) en sus estudios dicen que la integración de la tecnología permite adaptarse a diversos estilos de enseñanza y aprendizaje, logrando que los estudiantes participen y a su vez puedan simular conceptos abstractos, interactúen con expertos en el campo, mejoren los recursos informativos existentes e introduzcan problemas del mundo real en el aula, mejorando así la efectividad y la calidad del aprendizaje de temas abstractos y complejos, permitiendo con ello cerrar la brecha entre lo real y lo virtual con una nueva oferta en el campo educativo, por su facilidad en el acceso, como todo en el mundo podemos destacar en base a sus estudios que hay desafíos y limitaciones como la infraestructura

en escuelas y colegios, falta de compatibilidad en el software, algunos estudiantes se enfocan más en la tecnología que en el contenido y los costos de desarrollo en nuevas tecnologías. De la misma manera Bulut et al. (2023) también nos comparten las limitaciones y obstáculos que consideran al utilizar la RA en la educación y entre ellas señala la complejidad técnica, la infraestructura y la resistencia del profesorado.

Dinayusadewi et al. (2020) en sus estudios afirman que el mundo tecnológico avanza constantemente por lo que los docentes requieren actualizarse constantemente, sin embargo en el mundo educativo real no se usan de forma óptima, debido a la incapacidad de los docentes en utilizar las aplicaciones para impartir los conocimientos de forma sencilla, en esta investigación desarrollan una aplicación que busca mejorar el aprendizaje de la geometría, detectando que existen limitaciones como recursos físicos restringidos, pero determinaron que el uso de RA aumenta el interés en el estudiante en la interacción visual, auditiva favoreciendo la comprensión de conceptos geométricos. Sin

embargo, Barrios et al. (2023) concluyen que los docentes consideran que la tecnología puede convertirse en un factor distractor, debido a que los estudiantes se centran en la tecnología más que en lo que necesitan aprender, además de que pueden tener acceso a otras aplicaciones redirigiendo su interés, considerando también que no todos los alumnos cuentan con los recursos físicos y económicos, especialmente en el sector público mencionando que no todos los profesores cuentan con la capacitación requerida para utilizar la tecnología de forma apropiada y lograr en los estudiantes los aprendizajes esperados en el ámbito de la matemática.

Niño (2023) en su estudio dice que la matemática es un área de difícil comprensión, por lo que plantea que en la actualidad el estudiante debe indagar y formar su propio saber, mediante el apoyo de las TIC, debido a que en un mundo tecnológico y digitalizado los docentes deben cambiar la forma de enseñar enfocándose en el desarrollo del pensamiento lógico y abstracto debido a que si se falla en las estrategias de enseñanza por ende

el resultado es derogado, por tanto los estudiantes manifiestan que los recursos digitales son importantes para estar motivados al momento de aprender, representando un reto pues la implementación de las TIC ofrece ventajas y plantea desafíos por superar como la brecha digital y la necesidad de capacitar al docente y al estudiante en el uso adecuado de las mismas, logrando un aprendizaje significativo.

Además, tenemos a Hidajat (2023) en su estudio considera que todas las aplicaciones que integran modelos, procesos, animaciones y simulaciones, promueven la interacción de los estudiantes y concluye que la aplicación de las mismas impacta positivamente en la equidad educativa, apoyando el currículo y evaluaciones, facilitando ambientes de aprendizaje innovadores. Estas evidencias convierten al uso de la realidad aumentada en una herramienta clave para futuras investigaciones y mejoras en educación matemática. Por lo que Diab et al. (2024), analizan el impacto de las simulaciones en la comprensión de los estudiantes, en él menciona que el uso de PhET, desde las primeras

etapas mejora la comprensión de los estudiantes, el estudio sugiere que su aplicación potencia las habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas promoviendo resultados efectivos y dinámicos, además con otros autores concuerdan en que existen limitaciones, como problemas de accesibilidad, dificultades técnicas o dependencia de la tecnología para un aprendizaje efectivo, sin embargo, los resultados de este estudio muestran la viabilidad que las simulaciones tienen y pueden ayudar a los estudiantes de primaria a tener mejores explicaciones, también sugiere que la utilización de los simuladores debe iniciar con la enseñanza tradicional para luego profundizar con estos recursos, fomentando el aprendizaje interactivo y basados en la indagación.

Por lo tanto, las herramientas digitales son fundamentales en una educación de calidad, pero no sólo dependen de su disponibilidad, sino que es imprescindible que los docentes puedan adaptarse y utilizar la tecnología de forma adecuada ya que influirá mucho en las competencias digitales de los

estudiantes, siendo de vital importancia una formación continua de los profesores en este ámbito, adaptando sus métodos pedagógicos a las nuevas exigencias tecnológicas (Ordoñez y Marrufo, 2025). Sin embargo, Guzmán y Nuñez (2024) mencionan que, si bien es cierto las herramientas digitales ofrecen múltiples ventajas en la enseñanza, su ejecución presenta diversas dificultades. Por ejemplo, en Ecuador se está trabajando en la modernización del sistema educativo, sin embargo, la implementación de tecnologías en las aulas no es uniforme, viéndose afectada la equidad en la calidad educativa en el país. Guzman et al. (2025) indican que en el sistema educativo existe una gran brecha digital relacionada con la conectividad, equipamiento y mantenimiento, entre instituciones urbanas y rurales, fiscales y privadas e incluso dentro del propio sector fiscal ya que unas disponen de mayores recursos que otros, estableciéndose como un problema crónico la falta de acceso a internet de calidad o su ausencia total en muchas instituciones fiscales.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es: Determinar la efectividad del uso del simulador PhET en el proceso enseñanza-aprendizaje de la recta numérica de los números enteros, frente a una enseñanza sin la utilización de tecnología, mediante la aplicación de pre y post - test aplicados a estudiantes de octavo de educación general básica en dos instituciones con diferente apoyo en la gestión educativa.

2. Metodología

El presente estudio se realizó en dos instituciones educativas: fiscomisional y fiscal, con la finalidad de determinar el efecto del uso del simulador interactivo PhET en el proceso enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos, para lo cual en la Institución fiscomisional se utilizó la herramienta PhET, mientras que en la fiscal se aplicó una metodología sin la utilización de tecnología, debido a la falta de recursos, en ambos casos el proceso del estudio tuvo 6 períodos de clase dentro de la aplicación del pre-test y post-test.

El muestreo probabilístico se aplicó en los Octavos años de Educación General Básica (EGB) de las dos instituciones, es decir se utilizó una muestra simple. El perfil sociodemográfico en la primera es de 100 estudiantes, distribuidos en 3 paralelos y la segunda con 63 estudiantes repartidos en 2 paralelos. En ambas instituciones se escogió a un paralelo para lo cual se aplicó una muestra total que consistió en 63 estudiantes, divididos por género (22 hombres – 34.92% y 11 mujeres – 17.46%) en la Institución fiscomisional y (15 hombres – 23,81 y 15 mujeres – 23,81%) en la Institución fiscal.

Se aplicó un estudio empírico cuantitativo, con metodología descriptiva e inferencial, cuasi-experimental con medición pre-test (diagnóstico) y post-test (sumativa), con un corte transversal y con una manipulación de las variables. Una vez realizado las evaluaciones se procedió a calcular los datos descriptivos de: la media, mediana, varianza y desviación estándar con la finalidad de verificar resultados generales a continuación, se estableció la parte inferencial con la prueba estadística de Shapiro-Wilk

para determinar la normalidad y al no presentarse la misma se aplicó el test no paramétrico Mann-Whitney U para establecer si existía o no una diferencia significativa en el uso del simulador.

3. Resultados y discusión

Para dar inicio al proceso, se aplicó una evaluación pre-test (diagnóstica) a los estudiantes de los octavos años EGB, de los cuales se consideró a un paralelo en cada Institución, que representan la muestra, con el fin de determinar el nivel de conocimientos previos sobre el tema de estudio. Las pruebas fueron calificadas para establecer una comparación en los resultados de ambos grupos. Posteriormente, se desarrollaron las respectivas planificaciones, considerando que en la institución fiscomisional, se aplicó una metodología activa con el apoyo del simulador interactivo PhET, mientras que en la fiscal se realizaron otras actividades como explicaciones expositivas, desarrollo de ejercicios prácticos y sobretodo, sin el apoyo de recursos tecnológicos. Culminada la fase de intervención, se realizó una evaluación sumativa (post-test) a los mismos estudiantes, con la

finalidad de evaluar la adquisición de los nuevos conocimientos en cada grupo.

Cabe destacar que los instrumentos de pre-test y post-test, fueron elaborados de manera coordinada, por los docentes de los cursos evaluados con la finalidad de aplicar las mismas propuestas en ambas instituciones y se llevaron a cabo en una hora clase dentro de la jornada académica, siendo calificadas

mediante la asignación de puntajes específicos a cada ítem.

Una vez calificadas las respectivas evaluaciones se procedió a registrar los datos obtenidos, utilizando la herramienta Microsoft Office Excel 2016, para calcular los valores de la media, mediana, varianza y desviación estándar, verificando con Geogebra Versión 6.0.894.2 y con la aplicación R.4.4.3, como resultado se presenta la información en la Tabla 1:

Tabla 1. Resultados de pruebas pre-test y post-test por grupo Institucional

Medidas	Fiscomisional		Fiscal	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Muestra	33	33	30	30
Media	7.94	7.91	7.94	7.02
Mediana	8.42	8.05	7.83	7.44
Varianza	1.82	2.87	1.19	1.82
Desviación estándar	1.35	1.70	1.09	1.35

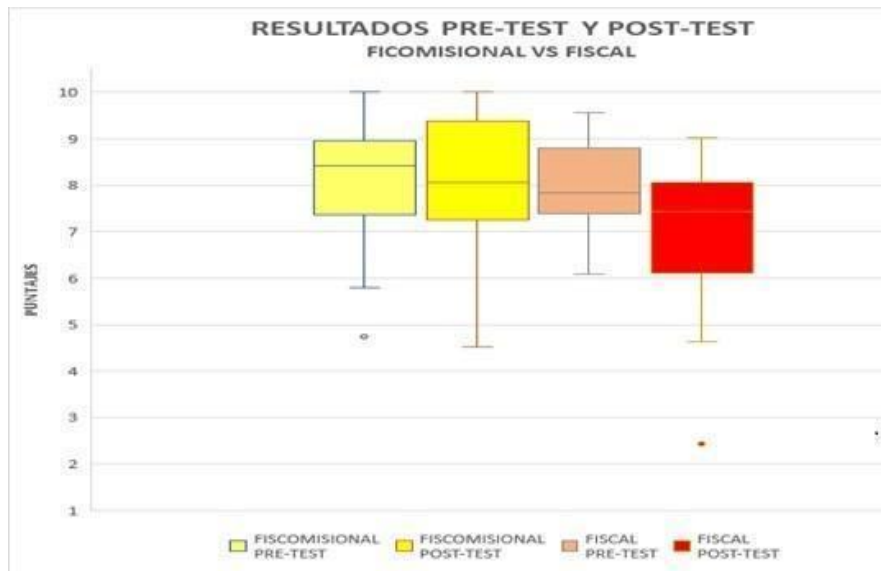
La Tabla 1 muestra a dos grupos de Instituciones: la fiscomisional ($n = 33$) y la fiscal ($n = 30$), en donde la media, mediana, desviación estándar y varianza sugieren resultados marcados, en el caso de la Institución fiscomisional en el pre-test: la media es de 7.94, la mediana de 8.42, la varianza de 1.82 y la desviación estándar de 1.35, lo que sugiere una dispersión moderada en la media, mientras que en el post-test la media es de 7.91, la mediana

disminuye levemente a 8.05, la varianza sube a 2.87, la desviación estándar tiene un valor de 1.70, pudiendo establecer que luego de la intervención los datos son más heterogéneos, mientras que en la Institución fiscal la media en el pre-test es de 7.94, la mediana de 7.83, la varianza de 1.19 y la desviación estándar de 1.09, por lo que se puede decir que la muestra tiene homogeneidad en los datos en comparación con la Institución

Fiscomisional, sin embargo, en el post-test con la disminución en la media de 7.02, la mediana a 7.44, la

varianza a 1.82 y la desviación estándar a 1.35, como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Resultados Pre-Test y Post-Test



Por lo tanto, en la Institución fiscomisional las calificaciones están más dispersas, con valores bajos como 4.74, lo que sugiere que hay estudiantes con importantes vacíos de conocimiento al inicio, mientras que en el post-test la muestra tiene una mayor diversidad en el nivel de preparación inicial, posiblemente por diferencias en experiencias previas o métodos de evaluación diagnóstica y las calificaciones finales se concentran más en valores altos (entre 8.05 y 10), mostrando una mejora general pudiendo determinar que la mejora sostenida en la Institucional sugiere que el uso del

simulador contribuyó significativamente al aprendizaje, permitiendo reforzar contenidos de manera interactiva, mientras que en la Institución fiscal la dispersión es menor y los resultados más homogéneos, aunque también con presencia de estudiantes con dificultades mientras que en el post-test aparece un valor atípico muy bajo (2.44), lo que indica que un estudiante no logró alcanzar los aprendizajes esperados, por estar en el grupo de estudiantes con Necesidades Educativas Específicas (NEE) y la disminución en la media y la aparición de calificaciones muy bajas en la sumativa podrían ser

consecuencia de una metodología más pasiva, con menor involucramiento del estudiante en su propio proceso de construcción del conocimiento.

Posteriormente se aplicó la prueba estadística de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos, mediante el apoyo de R.4.4.3, obteniendo los siguientes resultados reflejados en la Tabla 2:

Tabla 2. Resultados de las pruebas de normalidad Shapiro Wilk

Institución	Fiscomisional		Fiscal	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
P-Value	.04313	.001434	.06045	.004859
Normalidad	NO	NO	SI	NO

Los resultados demuestran que no existe normalidad en los datos del Pre-test, Post-test del Fiscomisional y del Post-test del Fiscal,

presentándose únicamente la normalidad en el Pre-test del Fiscal, lo que se verifica también en la Figura 2:

Figura 2. Resultados de Pruebas de Normalidad



Según Tsagris y Pandis (2021) señala que, para continuar con un análisis paramétrico, todos los conjuntos de datos por separado deben cumplir la condición de normalidad, por consiguiente, al no

observarse lo indicado, como se evidencia en la Tabla 2 y Figura 2, se procedió a aplicar el test no paramétrico Mann-Whitney U, para comparación de medianas entre grupos y momentos representado en la Tabla 3.

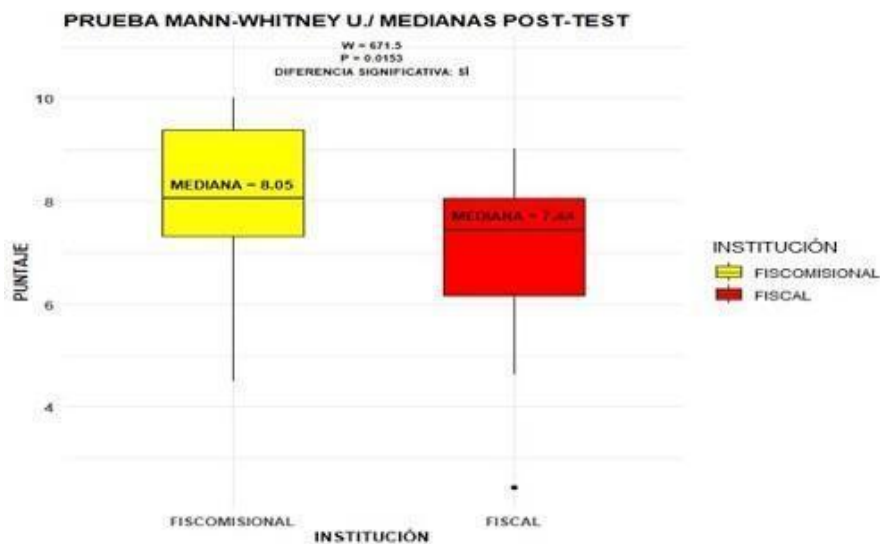
Tabla 3. Resultados de las pruebas Mann-Whitney U. en el Post-test

Institución	Evaluación	Valor	Diferencia Significativa
Fiscomisional - Fiscal	W	671.5	SI
	P-Value	.0153	

Nota. $p < .05$ (diferencia significativa).

Como se había determinado mediante la prueba de Shapiro Wilks que no se cumplía la normalidad, se eligió este análisis no paramétrico, obteniéndose una diferencia estadística significativa ($p < .05$) por lo que al comparar sus medianas: fiscomisional 8.05 fue mayor a la del

fiscal 7.44 (Figura 3), se puede afirmar que la significancia es a favor del fiscomisional que utilizó el simulador PhET frente al fiscal que no lo utilizó, lo que demuestra el impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes en este contexto.

Figura 3. Prueba Mann-Whitney U./Medianas

Discusión

Estos resultados obtenidos coinciden con algunas investigaciones realizadas, entre los que tenemos el estudio de Marcillo et al. (2025), que de manera análoga a nuestro estudio se puede ver que, al momento de aplicar los simuladores

como una metodología activa los resultados mejoran, sin embargo, en su estudio no existe una comparación como en nuestro caso, donde en una institución se aplica una metodología activa y en otra la tradicional, pudiendo observar el beneficio que tiene la aplicabilidad de los simuladores. De manera

similar Pérez et al. (2022) destacan que los simuladores propician un aprendizaje activo e interactivo, además están los hallazgos de Guanotuña et al. (2023) que determinan que el simulador PhET es una herramienta efectiva que mejora el aprendizaje de la matemática ya que permite al profesor la innovación en sus prácticas docentes consiguiendo que el aprendizaje sea más participativo y activo, también está Días (2018), que demuestra que el uso del simulador PhET mejora el aprendizaje de un proceso matemático, destacando sobre todo la importancia que tiene la motivación de los estudiantes al momento de aprender, motivación que se logra mediante la aplicación de la tecnología, finalmente tenemos a Cabrera et al. (2024) que, en su estudio de la enseñanza de la física, utilizando simuladores PhET, concluye que la enseñanza - aprendizaje tuvo un impacto positivo, es por ello que podemos afirmar que no sólo en las matemáticas tiene una respuesta positiva el uso del simulador, para que sus conceptos sean mejor entendidos, sino también en otras ramas de la ciencia.

4. Conclusiones

En este estudio con base a los resultados obtenidos nos permite establecer que, a pesar de que la Institución Fiscomisional - Fiscal, con el pre-test arrojaron resultados similares, quizá por vacíos que se vienen arrastrando en el cambio Escuela - Colegio, en el Post-test los resultados en su progreso fue más notorio en la Institución Fiscomisional, pudiendo afirmar que el uso del simulador PhET, representa un aporte importante al momento de mejorar el rendimiento académico en los estudiantes, pues su aprendizaje se reforzó de manera interactiva, debido a que disponen de los recursos que les permite aportar con un mejor proceso enseñanza-aprendizaje, en cambio en la Institución Fiscal, es importante generar un cambio tanto en la metodología, como en la aplicación de recursos, debido a que se pudo comparar y al tener una metodología pasiva los resultados demuestran que los estudiantes tienen aprendizajes menos significativos, tal como podemos ver en la prueba de Mann-Whitney U, cuando hacemos la comparación entre ambas Instituciones el $p = .0153$, a

favor de la Institución Fiscomisional, pues al aplicar los simuladores en el proceso según las medianas, se establece que los estudiantes tienen mejores resultados académicos por ende los aprendizajes son mejor asimilados, pudiendo además, decir que con la metodología activa la motivación aumenta significativamente.

Bibliografía

- Barrios, L. M. y Delgado, M. J. (2023). Realidad aumentada en la enseñanza de la geometría: percepción del docente. *Revista encuentro educacional, Universidad del Zulia, Maracaibo - Venezuela*, 30(1), 103-124. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8105016>
- Bulut, M., y Borromeo Ferri, R. (2023). A systematic literature review on augmented reality in mathematics education. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 556-572. <https://doi.org/10.30935/scimath/13124>
- Cabrera-Nazareno, B. G., Ulloa-Romero, M. N., Calahorrano-Ortiz, R. I., Lino Calle, V. A., y Tóala Figueroa, F. W. (2024). Uso de la simulación phet para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato: un enfoque interactivo.: Using PhET Simulation for Vector Learning in High School Students: An Interactive Approach. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(2), Pág. 1971 -. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.346>
- Cáceres-Mesa, M. L., Ríos-Ramírez, P., Veytia-Bucheli, M. G., y García-Robelo, O. (2025). Análisis de herramientas tecnológicas para la enseñanza de la matemática y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes del CETIS91. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8(2), 177-186. <https://doi.org/10.62452/4asvb809>
- Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming Science Education in Elementary Schools: The Power of PhET Simulations in Enhancing Student Learning. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(11), 105. <https://doi.org/10.3390/mti8110105>
- Díaz Pinzón, J. E. (2018). Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación. *Sophia*, 14(1), 22-30.

- <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.519>
- Dinayusadewi, N. P., y Agustika, G. N. S. (2020). Development of Augmented Reality Application as a Mathematics Learning Media in Elementary School Geometry Materials. *Journal of Education Technology*, 4(2), 204–210. <https://doi.org/10.23887/jet.v4i2.26671>
- Guanotuña Balladares, G. E. ., Heredia Heredia, L. J. ., García Camacho, I. R. ., & Lara Rivera, L. D. . (2023). Simulador PHET, una herramienta de gamificación para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Social Fronteriza*, 3(1), 97–113. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7552868>
- Guerrido-Tumbaco, M. Á., Baque-Parralles, E. M., Vera-Pisco, D., & Quishpi-Vera, H. A. (2025). La visualización matemática y su impacto en la comprensión conceptual: Una revisión narrativa. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 8(15), 613-640. <https://doi.org/10.46296/ig.v8i15.0262>
- Guzmán, J. J. L., & Nuñez, E. R. V. (2024). Efectividad de herramientas digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática. *Revista Social Fronteriza*, 4(6), e46552-e46552. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(6\)552](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(6)552)
- Hensberry, K. K., Paul, A. J., Moore, E. B., Podolefsky, N. S., y Perkins, K. K. (2013). PhET Interactive Simulations: New Tools to Achieve Common Core Mathematics Standards. In D. Polly (Ed.), *Common Core Mathematics Standards and Implementing Digital Technologies* (pp. 147-167). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4086-3.ch010>
- Hidajat, F.A. (2024) Augmented reality applications for mathematical creativity: a systematic review. *J. Comput. Educ.* 11, 991–1040. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00287-7>
- Islim, Ö. F., Namli, Ş., Sevim Çırak, N., Özçakır, B., y Lavicza, Z. (2024). Augmented Reality in Mathematics Education: A Systematic Review. *Participatory Educational Research*, 11(4), 115-139. <https://doi.org/10.17275/per.24.52.11.4>
- J. M. Chamberlain, K. Lancaster, R. Parson and K. K. Perkins (2014). *Chem. Educ. Res. Pract.* 15, 628 <https://doi.org/10.1039/C4RP00009A>

- Machado, H. A., Sagnay, E., Vera, D. G., y Sornoza, D. (2024). Integración Efectiva De Aplicaciones Informáticas Para Potenciar El Aprendizaje De La matemática En Bachillerato. *Revista Científica Sinapsis*, 25(2). <https://doi.org/10.37117/s.v25i2.1108>
- Marcillo-Cedeño, R. A., Vélez-Moreira, F. J., & Bravo-Andrade, B. D. M. (2025). Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Ley de Ohm con la Aplicación del Simulador PhET como Estrategia Didáctica. *MQRInvestigar*, 9(3), e866. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.3.2025.e866>
- Mariñez-Báez, J. J. (2024). Enseñanza de la matemática desde el enfoque por competencias y estilos de aprendizajes de los estudiantes. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 7(2), 142–154. <https://doi.org/10.62452/89633795>
- Nieto, A. V., Vilela, D. B., Sudario, G. P., & Loor, T. C. (2025). Innovaciones Tecnológicas en la Educación Fiscal Ecuatoriana: revisión sistemática documental de propuestas y barreras ante la brecha digital (2020-2025). *593 Digital Publisher CEIT*, 10(4), 65-77 <https://doi.org/10.33386/593d.p.2025.4.3275>
- Niño, C. A. (2023). Enseñanza de la matemática Mediadas por las TIC. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 8796-8812. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8455
- Ordoñez, M. A. J., & Marrufo, J. M. H. (2025). Las herramientas digitales en educación: una revisión narrativa. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(36), 620-636. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i36.941>
- Paucar-Tinajero, P. P., Casa Mayorga, S. A., Rodríguez Pacheco, P. A., Tipán López, E. P., & Cóndor Lara, L. M. (2025). Tecnología en las Inteligencias Múltiples: Fortalecimiento del Aprendizaje mediante los Estilos VAK (Visual, Auditivo, Quinestésico) y Metacognitivo en la Enseñanza de Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 11712-11741. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15982 (Directorio)
- Pérez, M., López Collazo, Z. S. ., y Ramos, J. (2022). Empleo del simulador PhET como recurso educativo para mejorar el aprendizaje de los circuitos eléctricos *Horizonte*

Pedagógico, 11(3), 23–33.
<https://horizontepedagogico.cu/index.php/hop/article/view/240>

Rivera, D. L. A., Gutiérrez, M. D. C. V., Contreras, J. A. V., Fernández, N. D. J. B., & Ramírez, M. D. J. G. (2016). Los estilos de aprendizaje en la formación integral de los estudiantes. *Revista Boletín Redipe*, 5(4), 109–114.
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/105>

Tsagris, M., & Pandis, N. (2021). Normality test: Is it really necessary?. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 159(4), 548-549.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.01.003>

Vallejo, W., Díaz-Urbe, C., y Fajardo, C. *ACS Omega* 2022 7 (8), 7421-7429 DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c00362>

Whitacre, I., Hensberry, K., Schellinger, J., y Findley, K. (2018). Variations on play with interactive computer simulations: balancing competing priorities, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1532536>