Geogebra y Phet: herramientas de apoyo en el aprendizaje de las matemáticas en una institución de educación básica secundaria ubicada en zona rural de Antioquia, Colombia.

*Geogebra and Phet: support tools for learning mathematics in a secondary school located in a rural area of Antioquia, Colombia.*

Resumen — Las matemáticas suelen presentar un grado considerable de complejidad en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje, lo que requiere que los pedagogos y docentes incorporen diversas herramientas que faciliten este proceso. El objetivo de esta investigación es determinar la efectividad del uso de Phet y GeoGebra como herramientas de apoyo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de instituciones ubicadas en zona rural de Antioquia, Colombia. Para ello, se utilizó un diseño cuasiexperimental con un grupo experimental y un grupo de control evaluados mediante pretest y postest. El análisis de los resultados a través de la prueba de Kruskall Wallys con un nivel de significancia de 0.05, reveló valores de p significativamente bajos. En el tema Perímetro se obtuvo un valor (p-value = 1,27e-06); para el área de polígonos (p-value=2.504e-08); en el área de figuras compuestas se registró (p-value = 1.681e-05); y en ejercicios de aplicación de perímetro y área se registró el (p-value = 2.304e-08). Los resultados confirman que el uso de las herramientas GeoGebra y Phet tiene un impacto significativo en el aprendizaje de las matemáticas. Además, al ser utilizadas offline estas herramientas permiten su uso en instituciones rurales donde no hay conexión a internet, facilitando así la inclusión de estos estudiantes en las tecnologías de la información.

Palabras Clave - Aplicación, Matemáticas, Aprendizaje, Tecnologías, Rendimiento Académico.

Abstract — Mathematics tends to present a considerable degree of complexity in the context of teaching and learning, which requires that educators and teachers incorporate various tools to facilitate this process. The objective of this research is to determine the effectiveness of the use of Phet and GeoGebra as support tools in the teaching and learning of mathematics in students of institutions located in rural areas of Antioquia, Colombia. For this purpose, a quasi-experimental design was used with an experimental group and a control group evaluated by pretest and posttest. The analysis of the results through the Kruskall Wallys test with a significance level of 0.05 revealed significantly low p-values. In the subject Perimeter a value (p-value = 1.27e-06) was obtained; for the area of polygons (p-value=2.504e-08); in the area of composite figures (p-value = 1.681e-05) was recorded; and in perimeter and area application exercises (p-value = 2.304e-08) was recorded. The results confirm that the use of GeoGebra and Phet tools has a significant impact on mathematics learning. In addition, when used offline these tools allow their use in rural institutions where there is no internet connection, thus facilitating the inclusion of these students in information technologies.

Keywords - Application, Mathematics, Learning, Technologies, Academic performance.

1. Introducción

La matemática, como disciplina ancestral, ha evolucionado de ser simplemente una herramienta para realizar cálculos en sociedades primitivas a convertirse en un pilar fundamental con aplicaciones en la vida cotidiana, la educación, la sociedad y las ciencias. Inicialmente se limitaba a simples cálculos, aritmética básica, geometría y numeración decimal, pero con el tiempo ha dado lugar al desarrollo de ideas, nociones y conceptos matemáticos complejos, influyendo en otras áreas del conocimiento. Su aprendizaje no solo fomenta el pensamiento lógico y crítico, sino también habilidades numéricas y espaciales, entre otras [1] [2].

A pesar de su importancia, la enseñanza de las matemáticas enfrenta diversos desafíos como la falta de comprensión conceptual, la ansiedad matermática, el desasosiego, la insatisfacción, la escasa aplicabilidad práctica, un enfoque centrado en la memorización y la limitación de recursos y apoyo docente. Para entender el influjo de la matemática en una sociedad tecnologizada y en una cultura dependiente de ella es necesario adoptar un enfoque holístico que promueva la comprensión, la resolución de problemas, el uso de tecnología como herramienta de apoyo, la gestión de la ansiedad, la aplicación práctica y la formación docente adecuada [3] [4].

En el contexto actual, donde la enseñanza de la tecnología es crucial, herramientas como GeoGebra y Phet son especialmente relevantes para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, facilitando la comprensión de los temas de esta asignatura [5]. Estas herramientas permiten resolver una amplia gama de problemas matemáticos de manera rápida y segura, además de interactuar directamente con conceptos matemáticos y científicos. Facilitan la comprensión de conceptos abstractos y relaciones entre elementos, fomentan la exploración autónoma, la investigación de relaciones y la observación de resultados al variar parámetros. Estas herramientas consolidan aprendizajes como sistemas de ecuaciones, ecuaciones cuadráticas, punto pendiente de una recta, evaluaciones de parciales, entre otros, promoviendo así el aprendizaje activo y personalizado, haciendo que el alumno sea protagonista de su propio aprendizaje tanto en la educación básica como en la superior [6].

En Colombia, aunque existen varios estudios respecto a la aplicación de estas herramientas, la enseñanza tradicional sigue predominando, con pocas instituciones utilizando herramientas tecnológicas de manera efectiva. La falta de interés y conocimiento por parte de los docentes en el uso de estas herramientas contribuye a esta situación [7] [8].

La presente investigación surge de la necesidad de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas entre los estudiantes de secundaria en instituciones ubicadas en zona rural de Antioquía. Esta urgencia se intensifica en un contexto donde son pocas las herramientas tecnológicas disponibles y la conectividad a internet es prácticamente nula. Phet y GeoGebra están adquiriendo una creciente importancia en el ámbito educativo y tienen una gran ventaja y es que son descargables para trabajar Offline. Sin embargo, la escasez de estudios específicos que evalúen su eficacia en este entorno particular es evidente. Por lo tanto, el propósito principal de este estudio es evaluar la efectividad de estas herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se anticipa que los resultados obtenidos podrían proporcionar valiosas contribuciones para mejorar tanto el rendimiento académico como la motivación de los estudiantes en el campo de las matemáticas, alineándose así con las necesidades educativas y políticas institucionales.

La investigación se centra en determinar la efectividad del uso de Phet y GeoGebra como herramientas de apoyo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de secundaria del Colegio Institución Educativa Rural Altavista (I.E.R. Altavista) en Antioquia. Se empleará un enfoque de investigación cuantitativo, utilizando un diseño cuasiexperimental en un entorno académico. La muestra incluirá a todos los estudiantes del grado sexto, tanto en el grupo control como en el experimental, quienes serán sometidos a un pretest y un postest para evaluar la eficacia de la estrategia.

En las secciones siguientes, se detallarán las bases conceptuales, la metodología utilizada, los resultados obtenidos, su discusión y, finalmente, se presentarán las conclusiones y las sugerencias para futuras investigaciones.

1. Referentes Conceptuales

El avance tecnológico ha tenido un impacto significativo en todas las áreas de la sociedad, incluyendo el ámbito educativo. La tecnología se ha convertido en una herramienta fundamental tanto para los docentes como para los estudiantes, facilitando el trabajo y el aprendizaje de manera más accesible y amigable.

El mundo del trabajo ejerce presión en el ámbito educativo, demandando una mayor formación en informática. Esto ha llevado a la implementación de acciones concretas para integrar la computación en todos los niveles de educación [9].

Por otro lado, algunas investigaciones [10], [11], [12] señalan que la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) implica el uso de una variedad de dispositivos tecnológicos, como computadoras de escritorio, dispositivos móviles, plataformas virtuales, aplicaciones y redes sociales. Estas herramientas son ampliamente utilizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiendo una interacción dinámica entre estudiantes y docentes en diversas áreas del conocimiento, incluyendo las matemáticas [13].

Han surgido interrogantes sobre cómo integrar adecuadamente las posibilidades tecnológicas actuales en el proceso educativo, especialmente con la proliferación del internet en las instituciones [14]. Aunque es innegable la necesidad de utilizar estas herramientas, la discusión se centra en cómo alinear la tecnología en la enseñanza, especialmente en distintos niveles y áreas del conocimiento. Es importante que líderes, directivos y docentes trabajen juntos para promover el uso adecuado de estas herramientas y garantizar su efectiva integración en el proceso educativo

La investigación se sustenta en antecedentes que muestran el impacto positivo del uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra y Phet en el rendimiento académico de los estudiantes [15]. Los investigadores Mera y López, encontraron que el apoyo de GeoGebra mejoró el nivel de aprendizaje de los estudiantes en matemáticas. Además, un estudio que utilizó Phet como simulador mostró un efecto positivo en el aprendizaje de energía mecánica, evidenciando una diferencia significativa entre los resultados del postest de los grupos control y experimental [16].

En otro estudio se determinó que la integración de tecnologías como GeoGebra en la enseñanza de matemáticas en instituciones educativas de Básica Superior permitió a los estudiantes resolver problemas matemáticos y comprenderlos, adaptándolos a situaciones de la vida real [17]. Esto sugiere que estas herramientas no solo facilitan el aprendizaje, sino que lo hacen más significativo y útil en la vida cotidiana.

En otras investigaciones [18] [19], se examinó el uso de un laboratorio basado en Phet junto con la estrategia de narrativas digitales, encontrando que esta combinación resultó efectiva para alcanzar los objetivos de aprendizaje. Además, otros autores concluyeron en su estudio sobre la noción de aproximación del área bajo la curva utilizando la aplicación Calculadora Gráfica de GeoGebra, que los grupos que recibieron intervención mediada por la aplicación móvil tuvieron un rendimiento estadísticamente superior en la prueba de salida en comparación con aquellos que tuvieron una intervención tradicional. Esto sugiere que la intervención con GeoGebra fue altamente positiva y que el aprendizaje fue mejor utilizando esta herramienta en comparación con la enseñanza tradicional [20].

En una investigación centrada en el uso de la herramienta Phet [21], se determinó que las simulaciones interactivas son herramientas de enseñanza muy útiles en diversas formas organizativas de la docencia. En otro estudio los autores encontraron que el uso de GeoGebra favorece una transformación positiva en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, además de mejorar significativamente el aprendizaje en el área de Geometría [22]. El estudio titulado "Simulador Phet como herramienta digital para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas" evidenció que el grupo experimental que utilizó esta herramienta obtuvo resultados muy satisfactorios en comparación con el grupo control que recibió enseñanza tradicional [23]. Además, [24] otro estudio concluye que los estudiantes que fueron intervenidos con la herramienta mostraron puntuaciones finales favorables en comparación con aquellos que no la utilizaron.

En ese orden, otra investigación concluye que los estudiantes que participaron individualmente en los talleres con GeoGebra Classic mejoraron sus calificaciones en competencias matemáticas. Esto coincide con investigaciones que demuestran que GeoGebra Classic facilita el aprendizaje de transformaciones geométricas y mejora las competencias digitales y matemáticas de los futuros docentes [25].

Finalmente, otros investigadores determinaron en su estudio que "el uso del software GeoGebra permitió de una u otra forma que los estudiantes modelaran situaciones geométricas de una manera más creativa y didáctica que como suele llevarse a cabo de manera tradicional", destacando así la mayor creatividad y eficacia didáctica que se logra con el uso de esta herramienta [26].

Como se ha evidenciado en números estudios científicos las herramientas que son objeto de nuestro estudio ofrecen diversos beneficios. Esto nos proporciona la oportunidad de replicar estos hallazgos en un contexto diferente, lo cual promueve un mejor entendimiento y conexión con las matemáticas, así como una mejora en el proceso de aprendizaje de estas.

1. Metodología

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que es una investigación estructurada que busca recolectar y analizar datos numéricos, con la intención de identificar promedios o verificar relaciones para obtener y cuantificar resultados mediante el uso de herramientas estadísticas [27]. Para dicho estudio el diseño es cuasiexperimental con dos grupos, experimental y de control, que aplican mediciones antes y después de la prueba. El estudio se realizó durante el cuarto periodo del año 2023 con estudiantes del grado sexto de la I.E.R. Altavista y de la I.E.R. Enrique Durán, que funcionaron como grupo de experimental y grupo de control respectivamente, ambas instituciones están ubicadas en zona rural del municipio de San Luis, Antioquia.

El objetivo principal de este estudio es determinar la efectividad del uso de Phet y GeoGebra como herramientas de apoyo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de instituciones están ubicadas en zona rural de Antioquia, Colombia. Para ello, se emplea un cuasiexperimento que permite analizar la relación causa-efecto entre variables cuando la asignación del tratamiento de los sujetos no es aleatoria [28]. La muestra estuvo conformada por 25 estudiantes para el grupo experimental y 18 estudiantes para el grupo de control. El postest se administró una vez concluido el periodo académico.

El diseño del cuasiexperimento se planificó considerando la evaluación con un cuestionario compuesto por 18 preguntas [29], el cual fue validado por pares para garantizar su calidad, relevancia y precisión antes de su implementación [30]. A lo largo del periodo académico, tanto el grupo experimental como el grupo de control cubrieron los mismos contenidos del curso de matemáticas, diferenciándose en que el grupo experimental incorporó en el curso el uso de Phet y GeoGebra como herramientas de apoyo en la enseñanza y aprendizaje. La Tabla 1 detalla las herramientas utilizadas en la enseñanza de cada uno de los temas del curso.

Tabla I Descripción de temas a evaluar y herramientas usadas.

| Temas | Herramienta Usada |
| --- | --- |
| Perimetro | Phet |
| Área de polígonos | Geogebra |
| Área de figuras compuestas | Phet |
| Situaciones aplicables con perímetro y áreas | Geogebra |

En este sentido la hipótesis general de esta investigación se presenta en la siguiente ecuación:

h0: θ=θ0

ha: θ>θ0

La hipótesis nula, h0, sugiere que el uso de las herramientas GeoGebra y Phet no tiene una influencia significativa en el aprendizaje de las matemáticas en alumnos del grado sexto de la I.E.R. Altavista (θ=θ0). La hipótesis alternativa, ha, que es la hipótesis de investigación, indica que el uso de las herramientas GeoGebra y Phet sí tiene una influencia significativa en el aprendizaje de las matemáticas en dichos alumnos (θ>θ0).

* 1. Resultados

El análisis de los resultados se presenta inicialmente acorde a los datos obtenidos en el grupo experimental para cada uno de los temas mencionados en Tabla I, especificando un análisis descriptivo, seguidamente de las pruebas de normalidad y la validación de la hipótesis con un nivel de significancia α = 0,05. En segundo lugar, se muestran los resultados del grupo control mediante estadística descriptiva. Para obtener el análisis descriptivo de dichos datos se utilizó la herramienta Phyton con las librerías Pandas, matplotlib. pyplot, seaborn ejecutadas en Google Colab.

* 1. Grupo experimental – Tema perímetro

Al aplicar la prueba Shapiro Wilk se observa que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad (p-value < 0,05). Al emplear la prueba no paramétrica Kruskall – Wallis para comparar las medianas entre el pretest y el postest, el resultado obtenido (p-value = 1,27e-06) es inferior al nivel de significancia 0,05 lo que conduce indica el rechazo a la hipótesis nula h0: θ=θ0, Estos resultados indican que existen diferencias significativas después de utilizar la herramienta Phet para el aprendizaje y la enseñanza del tema de perímetro.

En el grupo experimental la Fig. 1 muestra una dispersión de resultados para el tema de perímetro, oscilando entre 2,11 y 4.59 en el pretest. En contraste con el postest, los resultados varían entre 4,44 y 5,0. La mediana de la nota en el pretest es 3,3 y 5,0 en el postest después de la implementación de la herramienta Phet.

Figura 1. Elaboración propia.

* 1. Grupo experimental – Tema polígonos

En el tema de Área de polígonos, la prueba Shapiro Wilk reveló que el supuesto de normalidad no se cumple (p–value< 0,05), por lo que se procedió a aplicar la prueba no paramétrica de Kruskall-Wallis. El resultado objetivo (p-value=2.504e-08), al ser menor que el nivel de significancia 0,05, indica el rechazo de la hipótesis nula h0: θ=θ0 Sugiere que existen diferencias significativas cuando se enseña el tema área de polígonos utilizando la herramienta GeoGebra para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas.

La Fig. 2, en el pretest, la mayoría de los estudiantes obtuvieron una puntuación entre 1,02 y 2,72, mientras que el postest obtuvieron una puntuación entre 3,3 y 5,0. En cuanto a la dispersión de las puntuaciones, en el rango Intercuartil (IQR) se observa que este se mantiene similar en ambos escenarios, con un valor de 1,25. Esto indica que la dispersión de las puntuaciones centrales (entre el 25% y el 75% de los datos) no presenta cambios significativos. Sin embargo, la desviación estándar es ligeramente mayor en el postest, lo que sugiere una mayor dispersión de las puntuaciones en general.

Figura 2. Elaboración propia.

* 1. Grupo experimental – Tema área de figuras compuestas

Los resultados de la prueba Shapiro Wilk muestran que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad (p-value < 0,05). Por lo tanto, se aplicó la prueba no paramétrica Kruskall–Wallis para comparar la tendencia central entre los dos momentos en los que se aplicó la prueba. El resultado obtenido de esta prueba fue un valor de (p-value = 1.681e-05), que es menos que el nivel de significancia de 0,05, lo que indica el rechazo de la hipótesis nula h0: θ=θ0. Por lo tanto, se concluye que existen diferencias significativas después de utilizar la herramienta Phet en la aprendizaje y enseñanza del área de figura compuestas.

La Fig. 3, indica que en el pretest la mayoría de los estudiantes obtuvieron una puntuación entre 1,28 y 3,5, mientras que el postest obtuvieron una puntuación entre 3,01 y 5,0. En este sentido, se observa un aumento significativo de 1,73 puntos en el promedio de las puntuaciones entre las dos pruebas. La dispersión de las puntuaciones de los estudiantes es similar en ambos escenarios, con un ligero aumento en el postest. Aunque, algunos estudiantes obtuvieron una puntuación de 3,3 en el pretest, mejoraron su puntuación con un promedio de 4,12.

Figura 3. Elaboración propia.

* 1. Grupo experimental – Aplicaciones perímetro y área

La prueba Shapiro Wilk mostró que los datos no presentaron una distribución normal (p-value < 0,05) Por lo tanto, se aplicarón las pruebas no paramétricas Kruskall–Wallis para comparar la tendencia central. El resultado de dicha prueba (p-value = 2.304e-08) fu menor que el nivel de significancia 0,05, lo que indica el rechazo de la hipótesis nula h0: θ=θ0. Por lo tanto, se concluye que existen diferencias significativas después de usar la herramienta GeoGebra para el aprendizaje y la enseñanza del tema en mención.

Como se observa en la Fig. 4, en el pretest, los resultados de la nota de los estudiantes para el tema de perímetro muestran una dispersión entre 0,98 y 2,62. En contraste, en el postest, se observa que la mayoría de los estudiantes obtuvo una nota entre 3,11 y 4,97. La mediana en dicho tema pasó de 2 en el pretest a 4 en el postest, luego de ser implementada la herramienta GeoGebra como herramienta de apoyo para la enseñanza de dicho tema.

Figura 4. Elaboración propia.

* 1. Grupo control

El grupo de control estuvo conformado por 18 estudiantes en el cual, para el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas, no se utilizaron herramientas TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), sino que los temas fueron impartidos de forma tradicional. La Fig. 5 muestra los resultados obtenidos de un análisis descriptivo en el grupo experimental y el grupo de control para el pretest. La media del grupo experimental (M = 2,38) es ligeramente superior a la del grupo de control (M=2,12). Aunque esta diferencia podría sugerir un conocimiento inicial superior en el grupo experimental, un análisis más profundo mediante la prueba t de Student para dos grupos independientes (p-value = 0,176157) descarta la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos. Por lo tanto, al inicio del cuasiexperimento, los dos grupos se encontraban en igualdad de condiciones, lo que permite atribuir las diferencias en el postest para el grupo experimental debido a la intervención realizada.

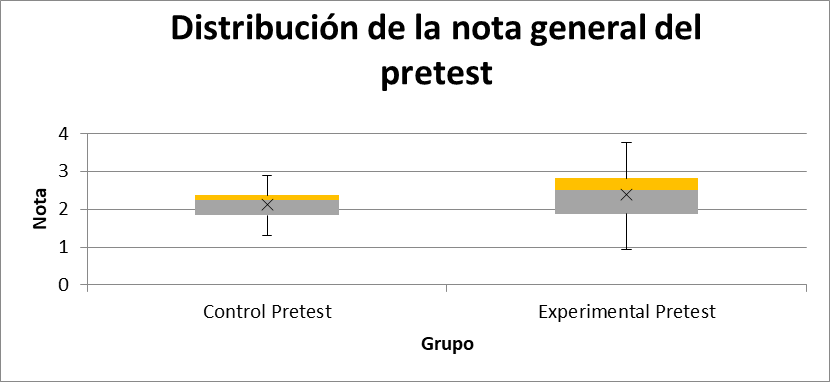


Figura 5. Elaboración propia.

Además, en los resultados de la nota general en el postest, se observó que el 68,26% de los estudiantes del grupo de control obtuvo una puntuación entre 1,7 y 2,7. Esto indica que la mayoría no pasó la evaluación. Un pequeño porcentaje de estudiantes (2,35%) obtuvo una puntuación inferior a 1,7, lo que sugiere que este grupo necesita un apoyo adicional para comprender mejor los temas expuestos en clase. Por otro lado, un porcentaje aún menor de estudiantes (0,27%) obtuvo una puntuación superior a 2,7, sólo un estudiante logró obtener una puntuación aprobatoria de 3,1. Esto se basa en la interpretación de los resultados de la regla empírica y que los datos siguen una distribución normal.

La Tabla II muestra que, en promedio, los estudiantes obtuvieron una puntuación por debajo de la puntuación de aprobación (3,0) para cada uno de los temas evaluados. El tema en el que la mayoría de estos obtuvo la puntuación más baja fue en el área de polígonos (M = 1,73). Por otro lado, el tema donde la mayoría de los estudiantes obtuvo la nota más alta fue situaciones aplicables con perímetro y área (M = 2,88). En dicho tema, un sólo estudiante obtuvo la nota máxima (5,0) y la moda del grupo fue una nota de 3,0. Además, en el tema de área de figuras compuestas, ocho estudiantes obtuvieron una nota de 3,3, lo que indica un buen rendimiento general de grupo. Sin embargo, en dicho tema la mitad de los estudiantes obtuvo una calificación por debajo de la nota aprobatoria (Mediana = 2,49).

Tabla II Resultado de las notas en el postest para el grupo de control por tema.

| Tema |  | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Media (M) | Mediana (Mdna) | Moda (Mo) | Desviación estándar (DS) | IQR | Máximo (Max) | Mínimo (Min) |
| Perímetro | 2,77 | 2,5 | 2,5 | 0,80 | 1,25 | 3,75 | 1,25 |
| Área de polígonos | 1,73 | 1,87 | 2,5 | 1,06 | 1,25 | 3,75 | 0 |
| Área de figuras compuestas | 2,40 | 2,49 | 3,3 | 1,30 | 1,67 | 5 | 0 |
| Situaciones aplicables con perímetro y áreas | 2,88 | 3 | 3 | 1,07 | 1,75 | 5 | 1 |

1. Discusión

El diseño de la investigación es cuasiexperimental, con un grupo de control y uno experimental, de 18 y 26 estudiantes respectivamente, debido a que la I.E.R. Altavista sólo cuenta con un grupo del grado sexto a éste se le tomó como experimental y el grupo control se contó con los estudiantes del grado sexto del I.E.R. Enrique Durán, institución cercana y con características demográficas y de infraestructura muy similares, los resultados obtenidos del pretest y el postest en el grupo experimental, indican que el uso de herramientas Geogebra y Phet como recursos didácticos tiene un impacto positivo en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes ubicados en zona rural, teniendo en cuenta que al ser herramientas offline, permiten su uso en estos lugares donde no hay conexión a internet. Esto se observa especialmente en temas relacionados con perímetro y área de figuras compuestas para Phet, y área de polígonos y situaciones aplicables con perímetro y áreas para Geogebra.

Esta información se obtiene con base en los resultados obtenidos y el análisis que se realizó a los mismos, donde se pudo evidenciar que el grupo que tuvo la intervención implementando las herramientas, fue estadísticamente superior al grupo que recibió la enseñanza de manera tradicional, y a la vez obtuvo una nota más alta y consistente en el postest respecto al pretest.

Los estudiantes se mostraron a la expectativa, pero un poco temerosos debido al poco manejo de computadores que tienen en la institución, de manera gradual se les fue adentrando en los recursos de las herramientas, empezando por los más sencillos para que se familiarizaran con la plataforma. Un aspecto importante que se tuvo en cuenta es proporcionarles guías en cada clase indicando los pasos y actividades a desarrollar con el uso de los recursos. Se contó con el apoyo de los directivos y docente de tecnología proporcionando los espacios en la sala de informática para el desarrollo de las clases.

Estos resultados coinciden con estudios previos, donde se encontró una diferencia significativa entre los resultados del postest, atribuyendo el impacto positivo al uso de estas herramientas [31]. Además, se señalan que la aplicación de Geogebra facilita y mejora la adquisición de competencias matemáticas, [32] mientras que otros autores observaron que el uso del simulador Phet mejora el aprendizaje significativo [33].

La diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental y el grupo de control respalda la hipótesis de que las herramientas tecnológicas pueden mejorar el rendimiento académico. Esto puede deberse a que estas herramientas ofrecen una experiencia de aprendizaje más dinámica y atractiva, permitiendo a los estudiantes visualizar conceptos de forma innovadora [34].

El estudio tuvo ciertas limitaciones. Debido a que la escuela está ubicada en una zona rural con conexión a Internet deficiente, se tuvo que descargar previamente los recursos de Geogebra y Phet para asegurar el acceso. Además, los estudiantes inicialmente presentaron cierto temor debido a su falta de experiencia con computadoras.

El estudio sugiere que, para maximizar el impacto de herramientas como Geogebra y Phet, es crucial proporcionar capacitación adecuada a los docentes como indica [35]. Futuros estudios podrían explorar cómo se puede mejorar la infraestructura tecnológica en escuelas rurales y abordar el papel del docente en la integración de estas herramientas.

Conclusiones

La implementación de las herramientas GeoGebra y Phet en la enseñanza de matemáticas en instituciones de secundaria ubicadas en zona rural ha demostrado ser altamente eficaz, aportando beneficios significativos al proceso de aprendizaje. Los resultados obtenidos con un nivel de significancia del 0.05, a través del test Kruskal-Wallis aplicado al grupo experimental, evidencian mejoras sustanciales en la comprensión de los temas evaluados. Estas mejoras se reflejan en la capacidad de los estudiantes para entender y aplicar conceptos relacionados con el perímetro y el área de figuras planas y compuestas.

Al analizar la efectividad de las herramientas GeoGebra y Phet se ha evidenciado que cumplen una función fundamental en el aprendizaje de los temas: perímetro, área de figuras planas, área de figuras compuestas y aplicación del área y el perímetro en situaciones reales permitiendo a los estudiantes experimentar un aprendizaje más interactivo y dinámico lo que ha generado un mayor interés con los contenidos matemáticos. Además, la capacidad de visualización y manipulación de conceptos ha facilitado la comprensión de temas complejos y ha fomentado un enfoque más práctico, aplicable al aprendizaje en el área de matemáticas.

Además, la interactividad y la capacidad de visualización que ofrecen estas herramientas permiten una exploración más profunda de conceptos abstractos y su aplicación en contextos reales. Esto fomenta un aprendizaje más participativo e involucra a los estudiantes de manera activa, incrementando su interés y compromiso con el contenido matemático. La capacidad para manipular y visualizar conceptos facilita la comprensión de temas que, de otro modo, podrían ser más difíciles de entender con métodos tradicionales.

En términos de implementación efectiva de estas herramientas en el currículo de matemáticas, especialmente en entornos rurales, se han identificado algunos aspectos clave para el éxito. Se recomienda proporcionar a los docentes capacitación sólida y apoyo continuo en el uso de GeoGebra y Phet, asegurando que estén bien familiarizados con las funciones de cada herramienta y cómo integrarlas en sus lecciones. También es importante adaptar el contenido y las actividades a los contextos rurales, utilizando ejemplos y situaciones que reflejen la realidad de los estudiantes para hacer el aprendizaje más relevante.

Fomentar la colaboración entre docentes y estudiantes puede ser otro factor importante para el éxito de estas herramientas. Este enfoque participativo puede crear un ambiente de aprendizaje más dinámico y efectivo. Se recomienda además un proceso continuo de evaluación y reflexión para ajustar y mejorar la integración de GeoGebra y Phet, permitiendo así una mejora constante en la calidad de la educación matemática.

Estos resultados respaldan la efectividad de integrar herramientas tecnológicas como GeoGebra y Phet en la enseñanza de matemáticas y sugieren que, con la implementación adecuada y el apoyo a los docentes, estas herramientas pueden ser fundamentales para mejorar el rendimiento académico y el interés de los estudiantes en matemáticas.

Es muy importante resaltar que las herramientas Geogebra y Phet tienen sus aplicativos para el área de matemáticas diseñados por docentes, donde se enfoca que el aprendizaje sea dinámico, interactivo y autónomo, todos ellos son descargables para ser guardados en los computadores y ejecutados fuera de línea, esto permite su uso en cualquier institución sin importar su ubicación, para nuestro caso que en las zonas rurales no se cuenta con conectividad a internet fueron excelentes.

Agradecimientos

Primero agradecemos a Dios por la sabiduría, los recursos y la salud para llevar a cabo nuestro proyecto. A la Corporación Universitaria Adventista UNAC por proporcionarnos las herramientas y el cuerpo docente que nos capacitó y a nuestras familias por su invaluable apoyo.

Referencias Bibliográfica

1. B. Galán, “La historia de las matemáticas, de dónde vienen y hacia donde se dirigen,” April 2012.  [http://hdl.handle.net/10902/1764](https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1764/Gal%C3%A1n%20Atienza,%20Benjam%C3%ADn.pdf?sequence=1)
2. I. Sánchez, L. Castillo, I. Abreu, “Historia de las matemáticas y tecnologías digitales: ¿Que tratan tres décadas de tesis y disertaciones?, U. P. Libertador, Revista Paradigma, 2021, pp.196–215. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9030887>
3. D. Vera, A. Zambrano, A. Loor, “Desafíos de la educación matemática en estudiantes universitarios.” in Revista Criterios, Vol. 3, Num 1., 2023. <https://doi.org/10.15381/rpiiedu.v3i1.23643>
4. P. Sadovsky, “Enseñar matemática hoy: Miradas, sentidos y desafíos,” Vol. 1. Libros Zorzal.
5. L.C. Aules, “Aplicación Geogebra en el proceso de enseñanza -aprendizaje de matemáticas en la escuela de educación básica Dr. Carlos PUig Vilazar,” Ecuador: Universidad Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8129/1/UPSE-MET-2022-0026.pdf>
6. C.C. Henao, J.H. Muñoz, O. Muñoz “Uso del GeoGebra, el simulador PhET y el Tracker como herramientas didácticas para enseñar cinemática a estudiantes sordos,” Revista Bio-Grafía, 2021. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14831>
7. C.C. Henao, J.H. Muñoz, O. Muñoz “Uso del GeoGebra, el simulador PhET y el Tracker como herramientas didácticas para enseñar cinemática a estudiantes sordos,” Revista Bio-Grafía, 2021. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14831>
8. A.M. Urquizo, J.L Arévalo, “Recursos Didácticos utilizados para la enseñanza-aprendizaje de Matemáticas en Octavo de Educación General Básica” 2022. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10386>
9. J.S. Márquez, G. Márquez, “Software educativo o recurso educativo” Revista Varona, Num. 67. 2018. <https://www.redalyc.org/journal/3606/360671782014/html/>
10. A. Almaguel, D.Álvarez, L.A. Pernía, G.J. Mota, C. Coello, “Software educativo para el trabajo con matrices” Revista digital matemática, Vol. 16, Num. 2, 2016. <https://doi.org/10.18845/rdmei.v16i2.2525>
11. J.A. Núñez, “Disponibilidad de los recursos tecnológicos e internet con fines educativos en tiempos de crisis: Caso asignatura “Histotecnología I” Revista Edweb, Vol. 14, Num. 2. 2020. <https://revistaeduweb.org/index.php/eduweb/article/view/26>
12. L. García, M. Occelli, “Un modelo analítico para caracterizar recursos tecnológicos basados en contenidos científicos” Revista enseñanza de la física, Vol. 31, Num. 1. 2019. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v31.n1.24667>
13. K. Maldonado, R. Vera, L.M. Ponce, F.J. Toala, Software educativo y su importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje: software educativo y su importancia. Revista Científica Multidisciplinaria. Vol. Num. 1. 2020. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v4.n1.2020.211>
14. F.E. Contreas, M.G. Gómez, “Apropiación tecnológica para la incorporación efectiva de recursos educativos abiertos” Revista apertura. Vol. 9. Num. 1. 2017. <https://doi.org/10.32870/ap.v9n1.1028>
15. F. Avecilla, B. Barrera, O. Vaca, B. Hidalgo, “GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil” Revista tecnológica, Vol. 36. Num. 1. 2015.
16. J.R. Mera-Menéndez, W.O. López-González, “Simuladores PHET: Una herramienta didáctica para el mejoramiento del rendimiento académico de estudiantes en Energía Mecánica” Vol. 7. Num 4. 2023. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.112-130>
17. J.C. Mora, “Geogebra como herramienta de transformación educativa en Matemática” Revista Mamakuna, Num. 14. 2020. <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/mamakuna/article/view/349>
18. R. Meza, C.A. Alfaro, “Storytelling: Una manera de evidenciar los resultados de aprendizajes desde la implementación de los laboratorios PHET” Revista Educativa Digital Hekademos. Num. 34. 2023. <https://www.hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/77>
19. D.C. Rivero, N.L. Machado, “ Simulador PHET como herramienta digital para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas” Ambato: Universidad Tecnològica Indoamèrica. pp 147, 2022. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/4632>
20. D.C. Rivero, N.L. Machado, “ Simulador PHET como herramienta digital para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas” Ambato: Universidad Tecnològica Indoamèrica. pp 147, 2022. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/4632>
21. Y. Ponce, Y. Martínez, L. Rodríguez, A.T. Garriga, “Uso de las simulaciones interactivas PhET en la disciplina Física para Ingeniería Forestal. 2021. <https://repositorio.uci.cu/bitstream/123456789/9818/1/UCIENCIA_2021_paper_273.pdf>
22. C. Álvarez, J.D. Cordero, J.G. González, O. Sepúlveda, “Software GeoGebra como herramienta en enseñanza y aprendizaje de la Geometría” Num. 22. Pp 387-402. 2019. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7982109>
23. D.C. Rivero, N.L. Machado, “ Simulador PHET como herramienta digital para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas” Ambato: Universidad Tecnològica Indoamèrica. pp 147, 2022. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/4632>
24. E. Pumacallahui, C.I. Acuña , D.A. Calcina, “Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios “ Revista educación matemática, Vol. 33, Num. 2, 2021. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8062326>
25. D. García-Lázaro, R. Martín-Nieto, “Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra” Revista Alteridad , Vol. 18, Num. 1, 2023. <https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.07>
26. C.A. Granados, I.A. Padilla-Escorcia, “ El aprendizaje gráfico de la recta tangente a través de la modelación de las secciones cónicas utilizando GeoGebra” Revista científica, Vol. 40, Num. 1. 2021. <https://doi.org/10.14483/23448350.16137>
27. R. Hernández-Sampieri, C. Mendoza, “Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta” Ciudad de México, Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
28. R. Hernández-Sampieri, C. Mendoza, “Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta” Ciudad de México, Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
29. L.J. Herrera, “Test de evaluación – Matemáticas” <https://drive.google.com/file/d/1LzKzSVao5vD5FKoSyum631rp3Ps3UWKk/view>
30. S.A. Ortega, “Validación de instrumento” <https://drive.google.com/drive/folders/1yuFEujdfF1sXTvfe2DA5vHIXpXNeicQv?usp=sharing>
31. J.R. Mera-Menéndez, W.O. López-Gozanlez, “Simuladores PHET: una herramienta didáctica para el mejoramiento del rendimiento académico de estudiantes en Energía Mecánica” MQRInvestigar, Vol. 7, Num. 4, 2023. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.112-130>
32. D. García-Lázaro, R. Martín-Nieto, “Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra” Revista Alteridad , Vol. 18, Num. 1, 2023. <https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.07>
33. D.C. Rivero, N.L. Machado, “ Simulador PHET como herramienta digital para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas” Ambato: Universidad Tecnològica Indoamèrica. pp 147, 2022. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/4632>
34. A. Bray, B. Tangney, “Technology usage in mathematics education research – A systematic review of recent trends” Computers & Education, Vol. 114, pp 255-273, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
35. L.C. Aules, “Aplicación Geogebra en el proceso de enseñanza -aprendizaje de matemáticas en la escuela de educación básica Dr. Carlos PUig Vilazar,” Ecuador: Universidad Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8129/1/UPSE-MET-2022-0026.pdf>