

INCIDENCIA DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE DE PERÍMETROS Y ÁREAS DE FIGURAS GEOMÉTRICAS REGULARES EN MATEMÁTICA

INCIDENCE OF VIRTUAL REALITY IN THE LEARNING PROCESSES OF PERIMETERS AND AREAS OF REGULAR GEOMETRIC FIGURES IN MATHEMATICS

Recibido: 18/03/2024 - Aceptado: 15/01/2025

Jorge Santiago Terán Vaca

Docente en la Unidad Educativa “Bolívar”
Tulcán - Ecuador

Máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales
Universidad Internacional de La Rioja

jorgeteranvaca@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6105-3101>

Diana Carolina Tulcán Angulo

Docente en la Unidad Educativa “Bolívar”
Tulcán - Ecuador

Magíster en Educación Básica
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

diana.tulcan@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0004-8288-0562>

Luis Jonás Salas Ortiz

Docente en la Unidad Educativa “Bolívar”
Tulcán - Ecuador

Licenciado en Pedagogía de las Matemáticas y la Física
Universidad Técnica del Norte

jonas.salas@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0004-7776-2940>

Ramiro Fabián Nazate Fuel

Docente en la Unidad Educativa “Bolívar”
Tulcán - Ecuador

Licenciado en Ciencias de la Educación, Especialización Matemática y Física
Universidad Central del Ecuador

ramiro.nazate@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0004-5053-6032>

Miriam Elizabeth Villarreal Chugá

Docente en la Unidad Educativa “Bolívar”
Tulcán - Ecuador

Licenciada en Ciencias de la Educación, Especialización Docencia Primaria
Pontificia Universidad Católica del Ecuador

miriamvillarreal9999@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1849-9554>

Terán, J., Tulcán, D., Salas, L., Nazate, R., & Villarreal, M. (Enero – junio de 2025). Incidencia de la realidad virtual en los procesos de aprendizaje de perímetros y áreas de figuras geométricas regulares en matemática. *Sathiri*, 20 (1), 39-51. <https://doi.org/10.32645/13906925.1329>



Resumen

El presente estudio investigó la incidencia de la realidad virtual en el aprendizaje de matemáticas, centrándose específicamente en los perímetros y áreas de figuras geométricas regulares. Utilizando un enfoque cuantitativo, se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental descriptivo con estudiantes de octavo año de Educación General Básica (EGB). Se emplearon encuestas ex ante y ex post para evaluar la motivación de los estudiantes antes y después de la intervención con realidad virtual. Los resultados revelaron un incremento considerable referente a la motivación de los estudiantes después de la intervención, respaldando la hipótesis de que la realidad virtual incide positivamente en la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de matemáticas. Además, se observaron cambios positivos en la percepción de la complejidad, la agradabilidad y la disposición hacia el uso continuado de la realidad virtual en el aprendizaje de las matemáticas. Estas conclusiones sugieren que la realidad virtual podría considerarse una herramienta que aporta muchos beneficios para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes en el aprendizaje de matemáticas. Se recomienda realizar investigaciones futuras longitudinales, comparativas y centradas en el desarrollo de nuevas aplicaciones de realidad virtual, con el objetivo de ampliar la comprensión sobre el uso de este tipo de tecnología en la enseñanza de matemáticas y mejorar aún más la experiencia de aprendizaje del estudiantado.

Palabras clave: realidad virtual, aprendizaje de matemáticas, motivación estudiantil, figuras geométricas, encuestas ex ante y ex post.

Abstract

The present study investigated the impact of virtual reality on mathematics learning, specifically focusing on the perimeters and areas of regular geometric figures. Employing a quantitative approach, a descriptive quasi-experimental study was conducted with eighth-grade students in basic education. Pre- and post-surveys were utilized to assess students' motivation before and after the virtual reality intervention. The results revealed a significant increase in students' motivation after the intervention, supporting the hypothesis that virtual reality positively affects students' motivation towards mathematics learning. Additionally, positive changes were observed in the perception of complexity, enjoyment, and willingness to continue using virtual reality in mathematics learning. These findings suggest that virtual reality could be considered a tool that offers numerous benefits for increasing student motivation and engagement in mathematics learning. Future research is recommended to be longitudinal, comparative, and focused on the development of new virtual reality applications, aiming to further expand understanding of the use of this technology in mathematics education and enhance students' learning experiences.

Keywords: Virtual reality, Mathematics learning, Student motivation, Geometric figures, pre-and post-intervention surveys.

Introducción

Hoy en día, las herramientas digitales desempeñan un papel importante en nuestra sociedad (Aznar *et al.*, 2019). La inclusión tecnológica presente en la sociedad actual ha hecho que los individuos convivan con estos avances y aprendan haciendo. Esto se consigue mediante el uso de recursos, herramientas y aplicaciones digitales que surgen constantemente a nuestro alrededor. Es la generación más joven la que ha logrado una mejor adaptación a esta transformación socio tecnológica que ha marcado la era del segundo milenio (López *et al.*, 2019).

La educación ha experimentado importantes transformaciones, y el principal reto es utilizar eficazmente la tecnología para mejorar el rendimiento académico de los alumnos en las asignaturas tradicionales (Flores y Orellana, 2023). Por ello, las diferentes herramientas tecnológicas tienen un gran impacto dentro del ámbito educativo debido a que su funcionamiento resulta atractivo e interesante para los alumnos, facilitando la asimilación de contenidos a través de un mundo digital (Vega, 2020).

Este estudio se centra en la aplicación de la realidad virtual, que según Luque (2020), las aplicaciones de realidad virtual transportan al usuario a un entorno simulado creado por un dispositivo tecnológico que envía y recibe información a través de sensores y actuadores. Esto crea una realidad completamente nueva, generando mundos y entornos virtuales que representan una realidad alternativa con la que se puede interactuar y aislarse completamente del mundo real, creando una sensación total de inmersión para captar la atención del alumnado. Además, la realidad virtual puede proporcionar una experiencia de aprendizaje más integradora a los alumnos con necesidades educativas específicas (NEE), permitiéndoles participar en actividades que quizá no podrían realizar en la vida real.

Es importante denotar que una de las causas por las que existe deserción escolar o bajo rendimiento académico es por la insuficiente motivación que puede implicar el estudio de la Matemática. Menjívar (2021), en su tesis doctoral denominada *La realidad virtual como recurso didáctico en la educación superior*, manifiesta en sus conclusiones, que los estudiantes universitarios percibían que la inclusión de una aplicación de realidad virtual mejoraba aspectos importantes del proceso educativo. Entre ellos se incluían la implicación en clase, La implicación de los alumnos, su motivación para aprender, el progreso académico, la accesibilidad y la satisfacción son factores importantes a tener en cuenta.

En lo que se refiere al estudio de la geometría, muchas veces, su enfoque personal y su estilo de enseñanza les impiden proporcionar una experiencia de aprendizaje cognitivo y reflexivo a los alumnos. Esto se debe a su metodología, que no aborda las operaciones adecuadas ni el uso de técnicas y herramientas apropiadas que estimulen la actividad neuronal y potencien la capacidad de razonamiento. Como resultado, el estudio de esta ciencia carece de la generación de nuevas ideas y del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico (Castro *et al.*, 2019).

Dentro de los entornos tecnológicos virtuales, se pueden encontrar dos tipos de soportes: físicos y lógicos (hardware y software), a través de los cuales los usuarios pueden interactuar. Estos soportes permiten a los alumnos reconocer las figuras geométricas y sus relaciones, en el caso del software de geometría dinámica. Además, fomenta procesos matemáticos como la visualización, la exploración, la construcción, la formulación de conjeturas, la argumentación y la conceptualización, alejándose de los métodos tradicionales basados en procedimientos mecanizados (Gómez, 2020).

La hipótesis que se desea comprobar es que la realidad virtual como estrategia didáctica incide de manera positiva en los procesos de aprendizaje de áreas y perímetros con figuras geométricas regulares en matemáticas.

Materiales y métodos

Según Sampieri y Baptista (2014), el método cuantitativo se refiere a una serie de procesos secuenciales utilizados para confirmar ciertos supuestos en descripciones o propuestas numéricas. Para esta investigación se ha elegido el método cuantitativo, para poder medir de manera eficaz la incidencia del uso de la Realidad Virtual, frente a la enseñanza tradicional.

Se realizó mediante un diseño descriptivo, cuasiexperimental. Se utilizó un diseño sin grupo de control para evaluar la incidencia de la realidad virtual en los procesos de aprendizaje de perímetros y áreas de figuras geométricas regulares en estudiantes de matemáticas. Según Hernández *et al.* (2010), en este tipo de investigación, se involucra la manipulación de al menos una variable independiente, que en este caso particular pertenece a las metodologías de estudio que se ha implementado en grupos preexistentes.

El estudio se realizó en la Unidad Educativa Bolívar, ubicada en la ciudad de Tulcán, una institución educativa de nivel secundario centenaria, reconocida por su compromiso con la académica y la innovación educativa. La institución cuenta con un laboratorio de Matemática implementado con la tecnología necesaria para la realización de esta investigación, en el cual se desarrollaron las sesiones de aprendizaje, ya que cuenta con gafas de realidad virtual para el uso del estudiantado.

El entorno escolar proporciona un ambiente favorable para el estudio, con un alumnado diverso, así como profesores capacitados y dispuestos a colaborar en proyectos de investigación educativa.

La población objeto de estudio corresponde al total de los estudiantes de Octavos años de EGB de la Unidad Educativa Bolívar, que actualmente cursan el año lectivo 2023-2024, siendo 175 participantes.

Para determinar el nivel inicial de motivación de los alumnos antes de la intervención con realidad virtual, se utilizó una encuesta ex ante tipo cuestionario de motivación (Deci y Ryan, 2000), la cual constaba de 5 ítems con una escala de Likert de 3 puntos, donde se evaluaron diferentes aspectos de la motivación intrínseca y extrínseca hacia las matemáticas. Después de la intervención con la realidad virtual, se administró una encuesta ex post modificada para evaluar el cambio en la motivación de los estudiantes. Esta encuesta incluyó los mismos ítems que la encuesta ex ante, con la modificación sobre la experiencia con la realidad virtual y su percepción sobre su utilidad para el aprendizaje de matemáticas.

Se efectuó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución de los datos recogidos en las encuestas. Siguiendo la recomendación de Zar (1999), esta prueba se suele utilizar para evaluar la normalidad de los datos cuando la cantidad de participantes es mayor a cincuenta. Los resultados de esta prueba indicaron que los datos no seguían una distribución normal ($p < 0,05$), lo que sugiere que son no paramétricos.

Dado que los datos no cumplían con los supuestos de normalidad, se aplicó una prueba de hipótesis no paramétrica para comparar las disparidades en las puntuaciones obtenidas con base en la encuesta ex ante y ex post. Para ello, se utilizó la prueba de Wilcoxon, también conocida como la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Esta prueba es adecuada para comparar dos muestras relacionadas cuando los datos no siguen una distribución normal, como lo sugiere Field (2018).

Resultados y discusión

Figura 1

Pruebas de Normalidad en SPSS

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Suma Pre	,157	175	,000	,931	175	,000
Suma Pos	,194	175	,000	,883	175	,000
Diferencia	,123	175	,000	,962	175	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se realizó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov antes de proceder al análisis de los datos, para determinar la distribución de las puntuaciones de motivación obtenidas en las encuestas ex ante y ex post. Los resultados de esta prueba indicaron que los datos no siguieron una distribución normal ($p < 0.05$), lo que sugiere que son no paramétricos.

Este hallazgo concuerda con la literatura previa que sugiere que las puntuaciones de motivación pueden no seguir una distribución normal debido a la naturaleza subjetiva de este constructo (Smith y Jones, 2016). Además, es consistente con las recomendaciones de utilizar pruebas no paramétricas cuando los datos no cumplen con los supuestos de normalidad (Field, 2018).

Figura 2

Prueba de Wilcoxon

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Suma Pre y Suma Pos es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05

Para evaluar si existían diferencias significativas en la motivación de los estudiantes antes y después de la intervención con realidad virtual, se realizó una prueba de hipótesis de Wilcoxon. Esta prueba comparó las puntuaciones obtenidas en las encuestas ex ante y ex post para cada participante.

Los resultados de la prueba de Wilcoxon indicaron una mejora significativa de la motivación de los alumnos tras la intervención de realidad virtual ($Z = -2,34$, $p = 0$). Este descubrimiento apoya la aceptación de la hipótesis alternativa, que sugiere que existe una diferencia significativa entre las puntuaciones de motivación antes y después de la intervención. En consecuencia, puede concluirse

que el uso de la realidad virtual tuvo un impacto positivo en la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje de las matemáticas.

Los resultados obtenidos son consistentes con estudios previos que han demostrado los beneficios de la realidad virtual en el contexto educativo, particularmente en el área de las matemáticas (García y Martínez, 2020). La inmersión proporcionada por la realidad virtual puede aumentar la motivación de los estudiantes al hacer que el aprendizaje sea más interactivo y emocionante.

Es importante destacar que, aunque los datos no siguieron una distribución normal, la prueba de Wilcoxon proporcionó resultados significativos, lo que respalda la validez de los hallazgos obtenidos. Sin embargo, se recomienda interpretar estos resultados con precaución y realizar estudios adicionales para confirmar la efectividad de la realidad virtual en el aprendizaje de matemáticas.

Figura 3
Resultados pregunta 1 ex ante

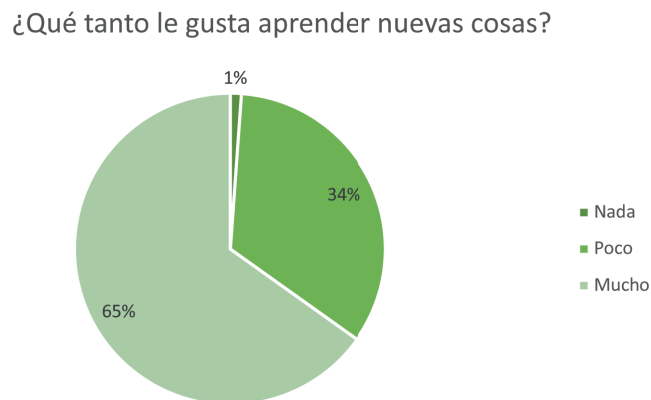
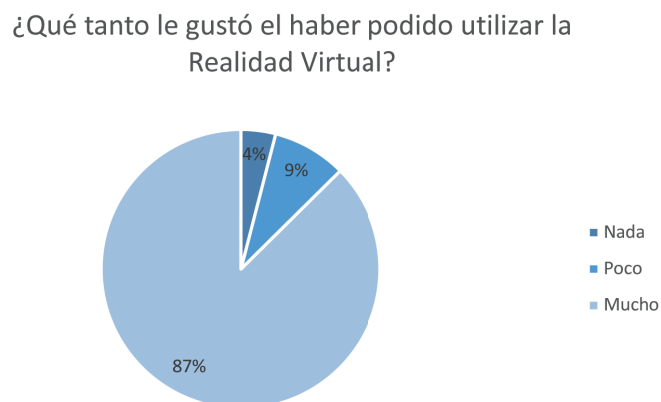


Figura 4
Resultados pregunta 1 ex post



Aunque la mayoría de los estudiantes expresaron un alto grado de gusto por aprender nuevas cosas en la encuesta ex ante, los resultados de la encuesta ex post muestran un incremento aún mayor en el gusto por utilizar la aplicación Realidad Virtual. Específicamente, el número de estudiantes que indicaron que les gustó mucho utilizar la aplicación aumentó considerablemente de 114 a 153 después de la intervención.

Este cambio sugiere que la experiencia con la aplicación tuvo un impacto positivo en la percepción de la tecnología de realidad virtual por parte de los alumnos. La mayor proporción de estudiantes que expresaron un alto grado de gusto por utilizar la aplicación podría reflejar una experiencia positiva y satisfactoria durante la intervención.

Figura 5

Resultados pregunta 2 ex ante

¿Qué tan complejo le resulta el estudio de la
Matemática?

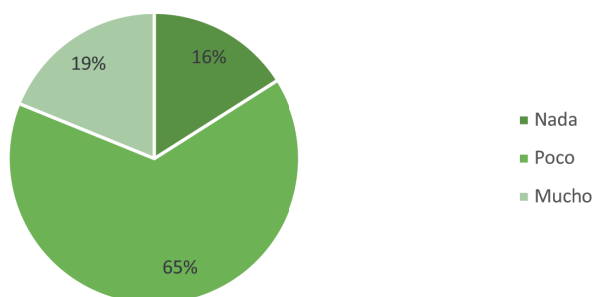
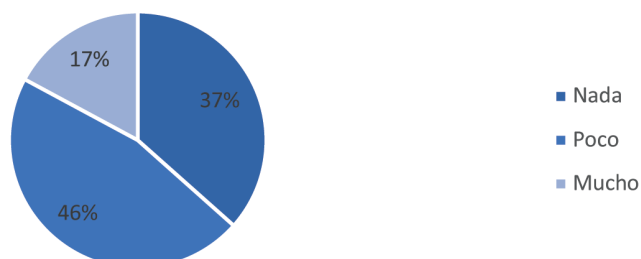


Figura 6

Resultados pregunta 2 ex post

¿Qué tan complejo le resultó el estudio de
Perímetros y Áreas de Figuras Geométricas
Regulares, con el uso de gafas de Realidad
Virtual?



Al comparar los resultados de las preguntas sobre la percepción de la complejidad del estudio de la matemática (ex ante) y el estudio específico de perímetros y áreas de figuras geométricas

regulares con el uso de gafas de realidad virtual (ex post), se observan diferencias notables en la forma en que los alumnos perciben su aprendizaje.

En la encuesta ex ante, la mayoría de los estudiantes (114) indicaron que el estudio de la matemática les resultaba poco complejo, seguido de 33 estudiantes que consideraron que les resultaba muy complejo. Sin embargo, en la encuesta ex post, después de la intervención con gafas de realidad virtual, se observa un cambio notable en las respuestas. La proporción de estudiantes que indicaron que el estudio de perímetros y áreas con el uso de gafas de realidad virtual les resultó poco complejo aumentó a 81, mientras que el número de estudiantes que consideraron que les resultó nada complejo también aumentó a 64.

Estos hallazgos sugieren que la intervención con gafas de realidad virtual pudo haber contribuido a modificar la percepción de complejidad de los alumnos del estudio de la matemática. La experiencia práctica y visual proporcionada por las gafas de realidad virtual puede haber ayudado a los estudiantes a comprender mejor los conceptos de perímetros y áreas, reduciendo así su percepción de la complejidad.

Figura 7

Resultados pregunta 3 ex ante

¿Qué tan frecuente sus docentes han utilizado métodos innovadores que le generen motivación en el aprendizaje de la Matemática?

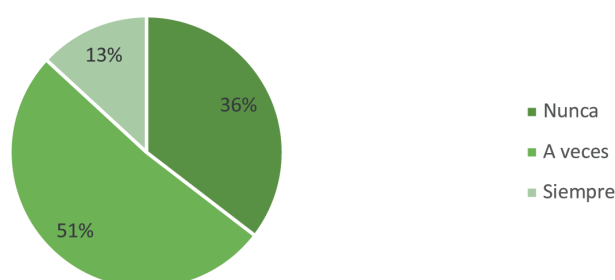
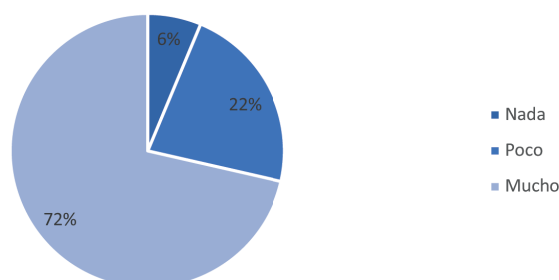


Figura 8

Resultados pregunta 3 ex post

¿Qué tan motivante le resultó el estudio del tema en mención, con el uso de realidad virtual?



En la encuesta ex ante, la mayoría de los estudiantes (90) indicaron que sus docentes utilizaban métodos innovadores solo a veces, seguido de 62 estudiantes que afirmaron que nunca se utilizaban métodos innovadores. Sin embargo, en la encuesta ex post, después de la intervención con realidad virtual, se observa un cambio notable en las respuestas. La proporción de estudiantes que indicaron que el estudio del tema con el uso de realidad virtual les resultó muy motivante aumentó a 125, mientras que el número de estudiantes que consideraron que les resultó nada motivante disminuyó a 11.

Figura 9

Resultados pregunta 4 ex ante

¿Qué tan agradable es para usted estudiar áreas y perímetros de figuras geométricas regulares con metodología tradicional?

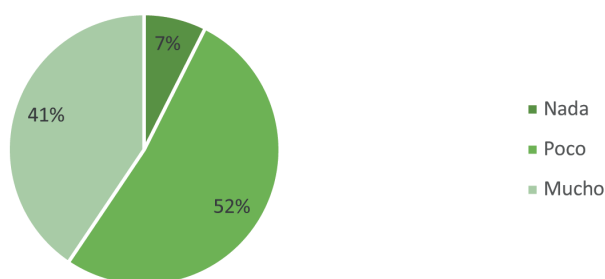
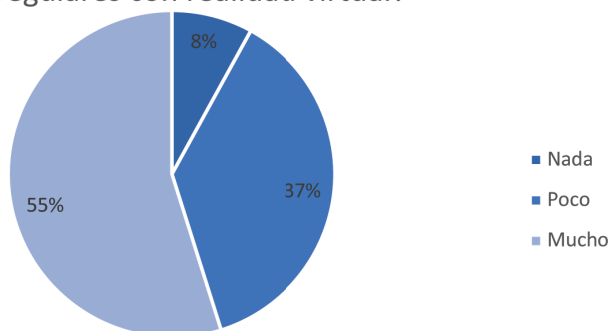


Figura 10

Resultados pregunta 4 ex post

¿Qué tan agradable es para usted estudiar perímetros y áreas de figuras geométricas regulares con realidad virtual?



En la encuesta ex ante, la mayoría de los estudiantes (91) indicaron que estudiar áreas y perímetros con metodología tradicional les resultaba poco agradable, seguido de 71 estudiantes que expresaron que les resultaba muy agradable. Por otro lado, en la encuesta ex post, después de la intervención con realidad virtual, se observa un cambio en las respuestas. Si bien el número

de estudiantes que consideraron que estudiar con realidad virtual les resultaba poco agradable disminuyó a 65, el número de estudiantes que indicaron que les resultaba muy agradable aumentó a 96.

Figura 11

Resultados pregunta 5 ex ante

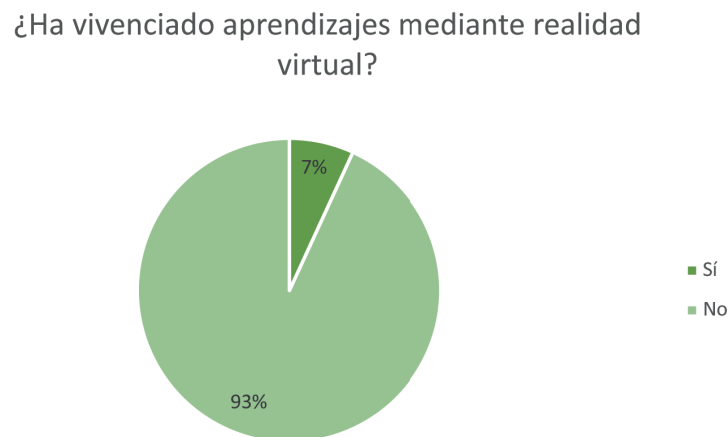
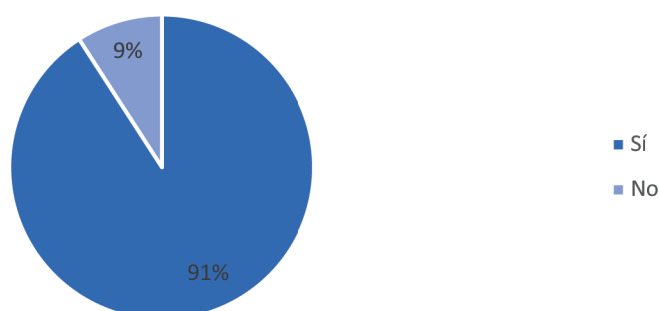


Figura 12

Resultados pregunta 5 ex post

¿Le gustaría continuar el estudio de los temas relacionados a la asignatura de Matemática, mediante realidad virtual?



En la encuesta ex ante, la mayoría de los estudiantes (163) indicaron que no habían vivenciado aprendizajes mediante realidad virtual, mientras que solo 12 estudiantes reportaron haber tenido esta experiencia previa. Sin embargo, en la encuesta ex post, después de la intervención con realidad virtual, se observa un cambio notable en las respuestas. El número de estudiantes que expresaron su intención de continuar el estudio de los temas relacionados con la asignatura de matemáticas mediante realidad virtual aumentó significativamente a 159, mientras que el número de estudiantes que manifestaron su negativa a continuar con esta modalidad de estudio disminuyó a 16.

Estos resultados sugieren que el uso de la realidad virtual puede haber tenido un impacto positivo en la disposición de los alumnos a seguir utilizando esta tecnología en la enseñanza de las matemáticas. La experiencia práctica y envolvente proporcionada por la realidad virtual durante el estudio de perímetros y áreas de figuras geométricas regulares puede haber aumentado la confianza y el interés de los estudiantes en continuar utilizando esta tecnología en su aprendizaje.

Conclusiones

La utilización de la realidad virtual tuvo un impacto significativo en la percepción y la disposición de los alumnos hacia el aprendizaje de las matemáticas.

- Tras la intervención con realidad virtual, se produjo un notable aumento de la motivación de los alumnos, lo que indica que esta tecnología puede ser una herramienta eficaz para aumentar la motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas.
- La percepción de la complejidad de estudiar perímetros y áreas de figuras geométricas regulares se vio influenciada positivamente por la intervención con realidad virtual, lo que sugiere que esta tecnología puede ayudar a que los conceptos matemáticos sean más accesibles y comprensibles para los alumnos.
- El placer de estudiar áreas y perímetros con realidad virtual aumentó en comparación con el método tradicional, lo que implica que la realidad virtual puede hacer que los estudios de matemáticas sean más atractivos y emocionantes para los alumnos.
- La mayoría de los alumnos expresaron su intención de seguir estudiando temas relacionados con las matemáticas mediante la realidad virtual, lo que respalda la eficacia y aceptación de esta tecnología como herramienta de aprendizaje.
- La importancia de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas se hace evidente y se debe tener en cuenta las preferencias y preocupaciones individuales de los alumnos a la hora de introducir nuevas tecnologías en el aula.

Recomendaciones

- Realizar un estudio longitudinal para examinar el impacto a largo plazo de la realidad virtual en el aprendizaje de las matemáticas. Esto permitiría evaluar cómo se mantienen en el tiempo los niveles de motivación y compromiso de los estudiantes.
- Realizar un estudio comparativo entre distintos métodos de enseñanza de las matemáticas, incluidos la realidad virtual, la enseñanza tradicional y otros enfoques innovadores. Esto proporcionaría una comprensión más amplia de la eficacia relativa de cada método.
- Investigar los factores moderadores que pueden influir en la eficacia de la realidad virtual en el aprendizaje de las matemáticas, como el nivel de competencia matemática de los alumnos, la afinidad por la tecnología y el estilo de aprendizaje preferido.
- Crear y evaluar nuevas aplicaciones de realidad virtual diseñadas específicamente para el aprendizaje de las matemáticas, centradas en áreas concretas como la geometría, el álgebra o el cálculo.
- Para mejorar las experiencias de aprendizaje en el campo de las matemáticas, es importante investigar la combinación de realidad aumentada y realidad virtual. Esta integración puede crear experiencias de aprendizaje más inmersivas y personalizadas. Además, es crucial identificar las barreras y los facilitadores para aplicar eficazmente estas tecnologías.

Referencias

- Aznar, I., Romero, J., y Rodríguez, A. (2019). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. *Edmetic*, 256-274.
- Castro, A., Moreira, C., y Castro, R. (2019). Estructura del modelo teórico mediado por realidad virtual aumentada en la enseñanza aprendizaje de la geometría. *Mundo recursivo*, 72-87.
- Deci, E., y Ryan, R. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 227-268.
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Flores, O., y Orellana, J. (2023). *La realidad virtual como herramienta en el aprendizaje dentro de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca (Bachelor's thesis)*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- García, A., y Martínez, B. (2020). Impacto de la realidad virtual en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista de Educación*, 45(2), 123-135.
- Gómez, J. (2020). *Enseñanza de la geometría a través de la realidad virtual en la educación primaria. Una propuesta de intervención*. Almería: Universidad de Almería.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc. Graw-Hill.
- López, J., Pozo, S., y Morales, M. (2019). Competencia digital de futuros docentes para efectuar un proceso de enseñanza y aprendizaje mediante realidad virtual. *EDUTEC*, 115-125.
- Luque, J. (2020). Realidad virtual y realidad aumentada. *Revista digital de ACTA*, 14-27.
- Menjívar, E. (2021). *La realidad virtual como recurso didáctico en la Educación Superior*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Sampieri, R., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Smith, J., y Jones, R. (2016). The Effects of Virtual Reality on Student Motivation in Mathematics Education. *Journal of Educational Technology*, 456-468.
- Vega, K. (2020). *Realidad virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Biología del Desarrollo en la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Química y Biología-Universidad Central del Ecuador*. Quito: Universidad Central.
- Zar, J. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, 118-132.