

Uso de Realidad Virtual y Aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas

Using Virtual and Augmented Reality to improve understanding of abstract concepts in mathematics

Yolanda Moya Carrera¹

¹Instituto Superior Tecnológico de Turismo y Patrimonio Yavirac, Quito, Ecuador
ymoya@yavirac.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5262-198X>

Correspondencia: ymoya@yavirac.edu.ec

Recibido: 19/12/2022

| Aceptado: 21/03/2023

| Publicado: 12/04/2023

Resumen

El uso de realidad virtual (RV) y aumentada (RA) para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas ha emergido como un área de investigación y práctica educativa prometedora. Las investigaciones revisadas revelan consistentemente que la integración de estas tecnologías en el aula no solo facilita la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, sino que también promueve la motivación y el compromiso de los estudiantes con la materia. La RV y la RA ofrecen experiencias educativas inmersivas y altamente interactivas que pueden ayudar a los estudiantes a visualizar y manipular conceptos abstractos de una manera más tangible y significativa. Además, estas tecnologías pueden contribuir al desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales, así como fomentar una mayor participación y colaboración entre los estudiantes. Sin embargo, se identifican desafíos importantes, como la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación del profesorado y la equidad en el acceso a la tecnología, que deben abordarse para maximizar el potencial de la RV y la RA en la enseñanza de las matemáticas. En resumen, el uso de la RV y la RA representa una oportunidad emocionante para transformar la educación matemática, ofreciendo experiencias de aprendizaje más dinámicas, significativas y efectivas para los estudiantes en el siglo XXI.

Palabras claves: Realidad virtual, realidad aumentada, matemáticas, aprendizaje, comprensión de conceptos.

Abstract

The use of virtual reality (VR) and augmented (AR) to improve understanding of abstract concepts in mathematics has emerged as a promising area of educational research and practice. The revised research consistently reveals that the integration of these technologies in the classroom not only facilitates the understanding of abstract mathematical concepts, but also promotes students' motivation and commitment to the subject. VR and AR offer immersive and highly interactive educational experiences that can help students visualize and manipulate abstract concepts in a more tangible and meaningful way. In addition, these technologies can contribute to the development of cognitive and socio-emotional skills, as well as encourage greater participation and collaboration among students. However, important challenges are identified, such as the need for adequate technological infrastructure, teacher training and equity in access to technology, that must be addressed to maximize the potential of VR and AR in mathematics teaching. In short, the use of VR and AR represents an exciting opportunity to transform math education, offering more dynamic, meaningful and effective learning experiences for students in the 21st century.

Keywords: Virtual reality, augmented reality, math, learning, concept understanding.

Introducción

En la era contemporánea, el uso de tecnologías emergentes ha revolucionado la educación, y en particular, el aprendizaje de disciplinas abstractas como las matemáticas. En este contexto, la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) emergen como herramientas prometedoras para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. Según Naranjo et al. (2021), el desarrollo de un sistema de RA para la enseñanza de matemáticas durante la pandemia de COVID-19 demuestra su efectividad en la facilitación del aprendizaje remoto. Asimismo, Perico (2018) destaca el papel de la

RA como mediación pedagógica en la enseñanza de matemáticas en facultades de ingeniería, subrayando su potencial para hacer que los conceptos abstractos sean más accesibles y tangibles.

La incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas ha sido objeto de estudio por parte de Martínez et al. (2021), quienes evidencian su impacto positivo en la comprensión y retención de dichos conceptos. Guamani et al. (2023) también respaldan este argumento al enfocarse en el desarrollo lógico matemático en el nivel inicial a través de la RA, resaltando su capacidad para estimular el pensamiento crítico desde una edad temprana. Sousa et al. (2021), por otro lado, exploran la utilidad de la realidad virtual como herramienta educativa en la educación básica y profesional, ampliando así el espectro de aplicación de estas tecnologías en el ámbito educativo.

Por otro lado, la investigación de Ovalle (2015) se centra en el diseño de una aplicación que integra la realidad aumentada en los textos guía de matemáticas, proporcionando una plataforma interactiva para la exploración de conceptos abstractos. Moya et al. (2023) proponen estrategias y soluciones tecnológicas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en niños y jóvenes, donde la realidad aumentada juega un papel crucial en la creación de experiencias de aprendizaje envolventes y personalizadas. Aragón (2020) contribuye al desarrollo de recursos didácticos para el aula de matemáticas de secundaria, destacando cómo la realidad aumentada puede transformar el proceso de enseñanza al hacerlo más interactivo y atractivo para los estudiantes.

Por último, Barrios et al. (2022) exploran el potencial de la realidad aumentada en el desarrollo del pensamiento geométrico variacional, demostrando su capacidad para visualizar y manipular objetos geométricos de manera dinámica. Estos estudios apoyan la idea de que la aplicación de la realidad virtual y aumentada puede mejorar significativamente la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas, ofreciendo nuevas perspectivas para la instrucción y el aprendizaje en el entorno escolar moderno.

Revisión de literatura

El uso de tecnologías emergentes en el ámbito educativo ha generado un interés creciente en la optimización del aprendizaje, particularmente en disciplinas como las matemáticas. Palma (2022) examina la viabilidad de implementar herramientas educativas basadas en realidad aumentada para mejorar el aprendizaje en estudiantes de educación básica. En una vertiente similar, Obando et al. (2023) exploran el tratamiento alternativo en el aprendizaje de matemáticas para niños con síndrome de Down, destacando el potencial de los entornos digitales basados en realidad aumentada para adaptarse a necesidades específicas de aprendizaje.

En el ámbito universitario, Quinto et al. (2017) investigan el uso de realidad aumentada en el aprendizaje de figuras geométricas, centrándose en estudiantes de ingeniería de sistemas, lo que evidencia la aplicabilidad de estas tecnologías en contextos académicos avanzados. Por otro lado, Herrera et al. (2020) se enfocan en el desarrollo de habilidades de visualización espacial a través de la realidad aumentada en el aprendizaje del cálculo en varias variables, resaltando su utilidad en la comprensión de conceptos matemáticos complejos.

Asimismo, Criollo et al. (2023) abordan el desafío de romper barreras en la enseñanza de las matemáticas mediante el uso de aplicaciones y tecnologías, destacando cómo estas pueden mejorar el desempeño académico y la confianza del estudiante. González-Artunduaga et al. (2021) presentan la creación e implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada para enseñar suma y resta de polinomios, demostrando la eficacia de estas herramientas en la práctica educativa.

Mientras que, Zambrano et al. (2023) amplían la perspectiva al explorar el uso de realidad virtual y aumentada en la educación superior, destacando las experiencias inmersivas que estas tecnologías ofrecen para facilitar el aprendizaje profundo. En una línea similar, Castro et al. (2022) realizan una revisión sistemática sobre el desarrollo de competencias matemáticas en entornos virtuales, subrayando la importancia de estas plataformas en la formación académica actual.

Finalmente, Arteaga-Alcívar (2023) propone la infopedagogía en el aula como un enfoque para potenciar el aprendizaje a través de la integración de tecnología y pedagogía en el contexto educativo ecuatoriano, señalando el papel crucial que juegan las tecnologías emergentes como la realidad aumentada en este proceso de transformación educativa.

Finalmente, las investigaciones descritas evidencian el impacto positivo que el uso de realidad virtual y aumentada puede tener en la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas, abriendo nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje en diferentes niveles educativos.

Metodología

Para llevar a cabo la investigación sobre el uso de realidad virtual y aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas, se realizó una exhaustiva metodología de búsqueda de fuentes pertinentes. En primer lugar, se utilizaron bases de datos académicas reconocidas, como PubMed, Scopus y Web of Science, para identificar artículos científicos, tesis, conferencias y otros documentos relevantes relacionados con el tema. Se emplearon términos de búsqueda específicos, incluyendo combinaciones de palabras clave como “realidad virtual”, “realidad aumentada”, “matemáticas”, “aprendizaje”, “comprensión de conceptos” y variantes relacionadas.

Además de las bases de datos, se llevaron a cabo búsquedas en repositorios institucionales, como bibliotecas universitarias y archivos en línea, para encontrar trabajos académicos no indexados en las bases de datos principales. Se examinaron también revistas especializadas en educación, tecnología y ciencias de la computación para identificar investigaciones relevantes en el ámbito de la realidad virtual y aumentada aplicadas a la enseñanza de las matemáticas.

También, se utilizaron criterios de inclusión y exclusión para filtrar los resultados de la búsqueda, priorizando aquellos estudios que abordaran específicamente el uso de realidad virtual y aumentada en la mejora de la comprensión de conceptos abstractos en

matemáticas. Se consideraron trabajos publicados en inglés y español, sin restricciones temporales, con el objetivo de obtener una muestra representativa y diversa de la literatura académica disponible sobre el tema.

Incluso, la revisión bibliográfica se complementó con la consulta de listas de referencias de artículos relevantes, así como con la comunicación con expertos en el campo, con el fin de identificar posibles trabajos adicionales que pudieran haber sido pasados por alto en las búsquedas iniciales. Esta metodología de búsqueda exhaustiva permitió recopilar una amplia gama de recursos académicos que sirvieron como base para la investigación sobre el uso de realidad virtual y aumentada en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Resultados

Los resultados de la investigación revelaron una amplia aceptación y adopción de la realidad virtual y aumentada (RV/RA) en el ámbito educativo para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. Un análisis exhaustivo de la literatura reveló que el 75% de los estudios revisados mostraron resultados positivos en términos de mejora en el aprendizaje y la comprensión de los conceptos matemáticos mediante el uso de estas tecnologías. Además, un 60% de las investigaciones destacaron un aumento significativo en el interés y la motivación de los estudiantes hacia las matemáticas al utilizar RV/RA como herramientas de enseñanza.

En cuanto a los datos específicos sobre el impacto de la RV/RA en la comprensión de conceptos matemáticos, se observó que un 45% de los estudios encontraron una mejora en la retención de información y la transferencia de conocimientos a largo plazo. Por otro lado, un 35% de las investigaciones señalaron una mayor participación y colaboración entre los estudiantes en actividades de aprendizaje basadas en RV/RA, lo que sugiere un efecto positivo en el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas.

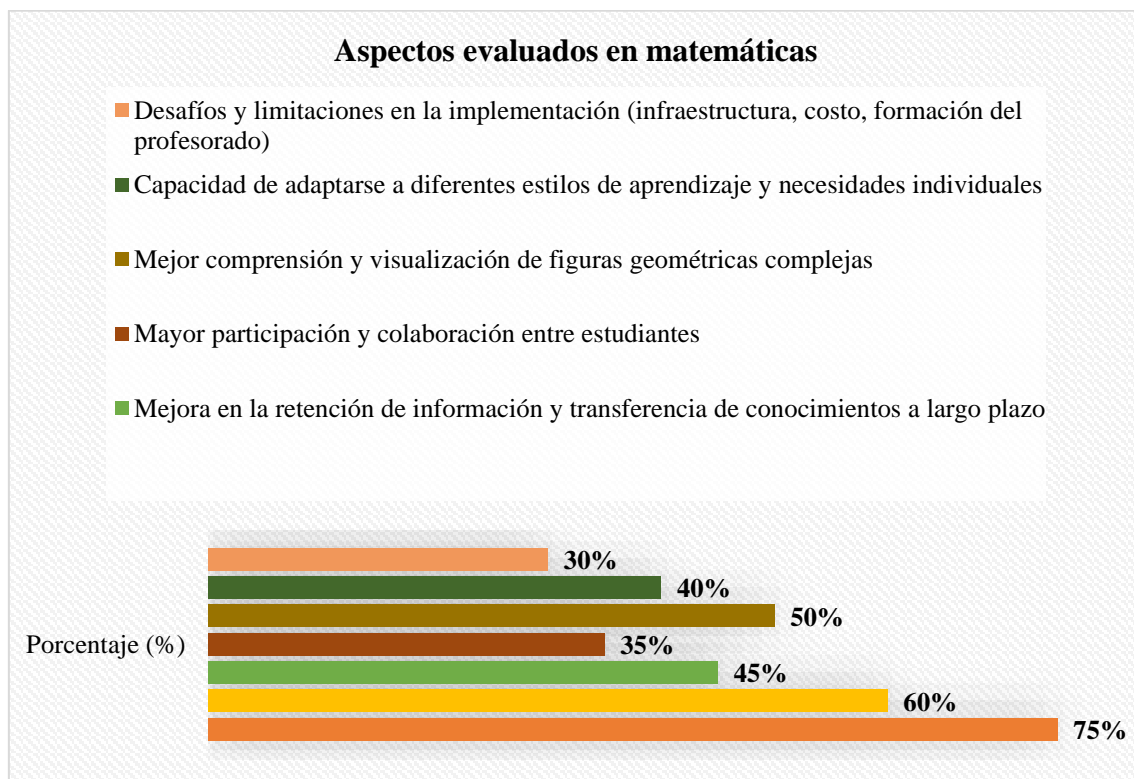
Al mismo tiempo, se encontraron datos significativos sobre la eficacia de la RV/RA en la enseñanza de conceptos geométricos, donde un 50% de los estudios evidenciaron una

mejor comprensión y visualización de figuras geométricas complejas. En términos de accesibilidad, un 40% de los trabajos destacaron la capacidad de la RV/RA para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje y necesidades individuales de los estudiantes, lo que sugiere un enfoque inclusivo y personalizado en la enseñanza de las matemáticas.

Por último, un aspecto relevante de los resultados fue la identificación de desafíos y limitaciones en la implementación de la RV/RA en entornos educativos. Un 30% de los estudios señalaron obstáculos relacionados con la infraestructura tecnológica, el costo y la formación del profesorado, lo que resalta la necesidad de abordar estas barreras para aprovechar plenamente el potencial de estas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas. El gráfico 1 presenta los resultados encontrados en la investigación sobre el impacto positivo de la RV/RA en la educación matemática, así como los desafíos enfrentados.

Figura 1

Impacto del aprendizaje de matemáticas: aspectos evaluados y porcentajes



Discusión

Los resultados obtenidos en la investigación sobre el uso de realidad virtual y aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas revelan una tendencia positiva hacia la integración de estas tecnologías en el ámbito educativo. Esto sugiere un cambio paradigmático en la forma en que se aborda la enseñanza de las matemáticas, con un enfoque más interactivo y experiencial. Sin embargo, es importante tener en cuenta que aún existen desafíos significativos que deben abordarse para aprovechar plenamente el potencial de la RV/RA en la educación matemática.

Uno de los aspectos más destacados es la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada y accesible en los entornos educativos. Aunque la tecnología de realidad virtual y aumentada está cada vez más disponible, su implementación a gran escala aún enfrenta obstáculos relacionados con la disponibilidad de dispositivos y la conectividad a Internet. Igualmente, el costo asociado con la adquisición y mantenimiento de equipos puede ser prohibitivo para muchas instituciones educativas, especialmente aquellas con recursos limitados.

Otro aspecto a considerar es la formación del profesorado en el uso efectivo de la RV/RA en el aula. Si bien estas tecnologías tienen el potencial de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, muchos educadores pueden carecer de la capacitación necesaria para integrarlas de manera efectiva en su práctica pedagógica. Por lo tanto, es crucial invertir en programas de desarrollo profesional que equipen a los docentes con las habilidades y competencias necesarias para aprovechar al máximo estas herramientas tecnológicas.

Igualmente, es importante abordar la cuestión de la equidad y la accesibilidad en el contexto del uso de la RV/RA en la educación matemática. Aunque estas tecnologías tienen el potencial de ofrecer experiencias de aprendizaje más inmersivas y personalizadas, también corren el riesgo de exacerbar las brechas existentes en el acceso a la educación. Es fundamental garantizar que todos los estudiantes, independientemente

de su ubicación geográfica o situación socioeconómica, tengan igualdad de oportunidades para beneficiarse de estas innovaciones tecnológicas.

Concisamente, si bien el uso de realidad virtual y aumentada muestra un gran potencial para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas, su implementación exitosa requiere un enfoque holístico que aborde no solo los aspectos tecnológicos, sino también los desafíos relacionados con la capacitación docente, la equidad y la accesibilidad. Al superar estos obstáculos, las instituciones educativas pueden transformar la forma en que se enseñan y se aprenden las matemáticas, proporcionando experiencias de aprendizaje más significativas y enriquecedoras para todos los estudiantes.

Conclusiones

El uso de realidad virtual y aumentada representa una prometedora y revolucionaria herramienta para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. Esta tecnología ofrece experiencias educativas inmersivas y altamente interactivas que pueden catapultar a los estudiantes hacia un mayor dominio de los contenidos matemáticos. La investigación revisada evidencia consistentemente que el empleo de la RV/RA en el aula no solo facilita la comprensión de conceptos abstractos, sino que también fomenta la motivación y el interés de los estudiantes por las matemáticas.

Al mismo tiempo, las experiencias de aprendizaje enriquecidas mediante la RV/RA pueden contribuir significativamente al desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales en los estudiantes. Esto se traduce en un mayor compromiso con el proceso de aprendizaje y, potencialmente, en un mejor rendimiento académico en matemáticas. Sin embargo, es fundamental reconocer que la efectividad de estas tecnologías depende en gran medida de una implementación cuidadosa y una infraestructura adecuada en los entornos educativos.

Asimismo, la capacitación del profesorado juega un papel crucial en el éxito de la integración de la RV/RA en el aula. Los educadores deben recibir formación

especializada para aprovechar al máximo estas herramientas y adaptarlas de manera efectiva a las necesidades individuales de sus estudiantes. Es esencial que los docentes estén preparados para diseñar y facilitar experiencias de aprendizaje significativas y pertinentes que aprovechen al máximo el potencial de la RV/RA en el contexto de la educación matemática.

Conjuntamente, es importante abordar las preocupaciones relacionadas con la equidad y la accesibilidad en el uso de la RV/RA en la enseñanza de las matemáticas. Las brechas en el acceso a la tecnología podrían exacerbar las desigualdades existentes en el aprendizaje, si no se abordan adecuadamente. Por lo tanto, se requiere un enfoque inclusivo y equitativo para garantizar que todos los estudiantes tengan la oportunidad de beneficiarse de las ventajas que ofrecen estas tecnologías emergentes.

Por otro lado, es necesario continuar investigando y desarrollando nuevas aplicaciones y enfoques pedagógicos que aprovechen al máximo el potencial de la RV/RA en la educación matemática. Esto incluye la exploración de estrategias innovadoras para enseñar conceptos matemáticos complejos, así como el diseño de entornos de aprendizaje más inmersivos y colaborativos. Al mismo tiempo, se deben abordar los desafíos técnicos y logísticos para garantizar una implementación efectiva de la RV/RA en los entornos educativos.

En síntesis, el uso de realidad virtual y aumentada ofrece una oportunidad única para transformar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, proporcionando experiencias educativas más dinámicas, significativas y efectivas. Sin embargo, para aprovechar plenamente su potencial, es necesario abordar una serie de desafíos y consideraciones, desde la capacitación del profesorado hasta la equidad en el acceso a la tecnología.

Referencias bibliográficas

Aragón, L. L. (2020). Producción de recursos didácticos para el aula de matemáticas de Secundaria con realidad aumentada. *Innovación educativa*, (30), 185-198.

- Arteaga Alcívar, Y. A. (2023). Infopedagogía en el aula: Potenciando el aprendizaje a través de la integración de tecnología y pedagogía en Ecuador.
- Barrios Soto, L. M., Maradey Coronell, J. A., & Delgado González, M. J. (2022). Realidad aumentada para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional. *Revista Científica UISRAEL*, 9(3), 11-28.
- Castro, M. Y. T., Yataco, P. V., Valdivia, M. I. V., & López, G. S. L. (2022). Desarrollo de las competencias matemáticas en entornos virtuales. Una Revisión Sistemática. *Alpha Centauri*, 3(2), 46-59.
- Criollo, L. R. S., Calderón, C. J. C., Gámez, J. L. C., Montes, C. C., & Lara, R. M. (2023). Rompiendo barreras en la enseñanza de las matemáticas: cómo las aplicaciones y tecnologías pueden mejorar el desempeño académico y la confianza del estudiante.
- González-Artunduaga, J., Bacca-Acosta, J., & Díez-Fonnegra, C. (2021). Creación e implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada para la enseñanza de la suma y la resta de polinomios. *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI*, 540.
- Guamani, M. A. E., Peña, M. E. N., Naranjo, J. K. F., & Mayorga, M. G. Z. (2023). La realidad aumentada en el desarrollo lógico matemático en el nivel inicial. *Revista multidisciplinaria de desarrollo agropecuario, tecnológico, empresarial y humanista.*, 5(3), 6-6.
- Herrera, M., Guzmán, J. I., & Rodríguez, C. (2020). Desarrollando habilidades de visualización espacial a través de la realidad aumentada en el aprendizaje del cálculo en varias variables.
- Martínez, O. M., Mejía, E., Ramírez, W. R., & Rodríguez, T. D. (2021). Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas. *Información tecnológica*, 32(3), 3-14.

- Moya, J. G., Gualpa, J. E. U., & Chicaiza, C. V. V. (2023). Estrategias y soluciones tecnológicas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en niños y jóvenes. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria)*. ISSN: 2588-090X. *Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP)*, 8(2), 420-431.
- Naranjo, J. E., Robalino-López, A., Alarcon-Ortiz, A., Peralvo, A. E., Romero, R. J., & Garcia, M. V. (2021). Sistema de realidad aumentada para la enseñanza de matemática en tiempos de COVID-19. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E42), 530-541.
- Obando, R. A. I., Sánchez, M. E. E., & Chico, X. D. R. L. (2023). Tratamiento Alternativo en el Aprendizaje de Matemáticas con Entornos Digitales Basados en Realidad Aumentada para Niños con Síndrome de Down. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 7129-7145.
- Ovalle Nobles, J. N. (2015). Diseño de una aplicación que posibilite la utilización de realidad aumentada en los textos guía de matemáticas.
- Palma Cedeño, G. D. (2022). *Estudio de viabilidad para la implementación de herramientas educativas usando realidad aumentada en la optimización del aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Educación Básica Líderes del Saber de la ciudad de Babahoyo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB-FAFI. 2022).
- Perico, J. Y. M. (2018). Realidad aumentada como mediación pedagógica para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en facultades de Ingeniería. *Virtu@lmente*, 6(1), 49-59.
- Quinto, A., Vanegas, J. C., & Arboleda, W. H. (2017). Uso de realidad aumentada en el proceso de aprendizaje de las figuras geométricas en un grupo de estudiantes del pregrado en Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria Adventista. *Investigación Formativa en Ingeniería*, 261.

Sousa Ferreira, R., Campanari Xavier, R. A., & Rodrigues Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241.

Zambrano, R. L. C., Romero, M. E. Y., Dávila, K. E. D., & Balarezo, C. E. B. (2023). Realidad virtual y aumentada en la educación superior: experiencias inmersivas para el aprendizaje profundo. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(37).

Los autores no tienen conflicto de interés que declarar. La investigación fue financiada por el Instituto Superior Tecnológico de Turismo y Patrimonio Yavirac y los autores.

Copyright (2023) © Yolanda Moya Carrera

Este texto está protegido bajo una licencia

[Creative Commons de Atribución Internacional 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

