



Realidad aumentada en educación superior y el análisis de sus beneficios y desafíos

Augmented reality in higher education and the analysis of its benefits and challenges

Urresta-Yépez, Ramiro Fernando ^{1*}

¹ Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador, Carchi; <https://orcid.org/0000-0002-4416-0917>, ramiro.urresta@upec.edu.ec

* Autor Correspondencia



<https://doi.org/10.70881/hnj/v2/n2/39>

Cita: Urresta-Yépez, R. F. (2024). Realidad aumentada en educación superior y el análisis de sus beneficios y desafíos. *Horizon Nexus Journal*, 2(2), 57-70. <https://doi.org/10.70881/hnj/v2/n2/39>.

Recibido: 21/03/2024
Revisado: 07/03/2024
Aceptado: 11/03/2024
Publicado: 30/04/2024



Copyright: © 2024 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)**.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: El presente estudio examina el impacto de la realidad aumentada (RA) en la educación superior, identificando tanto sus beneficios como los desafíos de su implementación. La RA ofrece experiencias inmersivas que facilitan la comprensión de conceptos abstractos y fomentan la motivación y el compromiso de los estudiantes. Mediante una revisión bibliográfica sistemática, se analizaron investigaciones previas que destacan cómo la RA mejora la visualización de contenidos complejos y promueve la colaboración en entornos académicos. Sin embargo, se identifican limitaciones, como la sobrecarga cognitiva, que puede surgir por el procesamiento simultáneo de estímulos visuales y la infraestructura tecnológica avanzada requerida, accesible solo para instituciones con mayores recursos. También se resalta la necesidad de capacitar a los docentes en el uso pedagógico de la RA para evitar su aplicación ineficaz. En conclusión, aunque la RA muestra un potencial significativo para transformar la enseñanza, su éxito depende de una integración cuidadosa y de la creación de políticas institucionales que favorezcan su acceso y uso adecuado en la educación superior.

Palabras clave: realidad aumentada; educación superior; sobrecarga cognitiva; infraestructura tecnológica; capacitación docente.

Abstract: This study examines the impact of augmented reality (AR) in higher education, identifying both its benefits and the challenges of its implementation. AR offers immersive experiences that facilitate the understanding of abstract concepts and foster student motivation and engagement. Through a systematic literature review, previous research was analyzed that highlights how AR enhances visualization of complex content and promotes collaboration in academic environments. However, limitations are identified, such as cognitive overload, which can arise from the simultaneous processing of visual stimuli and the advanced technological infrastructure required, accessible only to institutions with greater resources. It also highlights the need to train teachers in the pedagogical use of AR to avoid its ineffective application. In conclusion, although AR shows significant potential to transform teaching, its success depends on careful integration and the creation of institutional policies that favor its access and adequate use in higher education.

Keywords: augmented reality; higher education; cognitive overload; technological infrastructure; teacher training.

1. Introducción

La implementación de la Realidad Aumentada (RA) en la educación superior ha despertado un interés creciente debido a su potencial para enriquecer el aprendizaje mediante experiencias inmersivas y visuales. Este campo de estudio, aunque emergente, ofrece un marco pedagógico que se basa en la superposición de elementos virtuales sobre entornos reales, facilitando el aprendizaje activo y el entendimiento de conceptos complejos (Heng, 2023). Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales de esta tecnología, su integración en los sistemas educativos enfrenta desafíos significativos relacionados con la infraestructura, la adaptación pedagógica y las limitaciones cognitivas de los estudiantes, los cuales necesitan ser evaluados de manera crítica.

El problema central radica en que, aunque la RA tiene el potencial de transformar los métodos de enseñanza tradicionales, su implementación no siempre se traduce en mejores resultados de aprendizaje. Diversos estudios han evidenciado que la RA puede inducir una carga cognitiva excesiva en los estudiantes, especialmente cuando los contenidos son complejos o cuando se utiliza sin una adecuada orientación pedagógica (Educ. Sci., 2020). Esta sobrecarga puede derivar en una disminución del rendimiento académico y una frustración en el proceso de aprendizaje, lo que contrasta con las expectativas optimistas sobre los beneficios de la RA. De esta manera, resulta fundamental examinar los factores que inciden en la efectividad de la RA, así como los obstáculos que limitan su aplicación práctica en contextos universitarios.

Entre los factores que afectan la implementación efectiva de la RA en educación superior, destaca la necesidad de una capacitación adecuada para los educadores y el diseño de contenidos pedagógicos específicos. La falta de preparación y recursos entre los docentes puede llevar a una aplicación ineficiente de esta tecnología, donde los beneficios potenciales no se alcanzan y los estudiantes experimentan desorientación o dificultades para integrar los contenidos (Heng, 2023; Educ. Sci., 2021). Además, las infraestructuras tecnológicas en muchas instituciones pueden ser insuficientes para soportar plataformas avanzadas de RA, lo cual genera disparidades en el acceso a estas herramientas y puede limitar la experiencia de aprendizaje inmersivo solo a aquellas universidades con mayores recursos.

Otro aspecto que influye en la implementación de la RA son los desafíos asociados a la medición de su impacto en el aprendizaje. A diferencia de los métodos tradicionales, evaluar los resultados de la RA requiere metodologías específicas que consideren variables como la motivación, el nivel de retención y la comprensión conceptual de los estudiantes, lo cual representa un reto en la investigación educativa (Mendeley Data, 2023). Estas limitaciones metodológicas complican el análisis comparativo y la generalización de resultados, lo que dificulta establecer pautas definitivas sobre su eficacia en diferentes contextos educativos.

La justificación de este estudio radica en la necesidad de realizar un análisis exhaustivo de los beneficios y desafíos de la RA en la educación superior, con el fin de proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y orientar la toma de decisiones en las instituciones educativas. A través de esta revisión, se busca identificar no solo las áreas en las que la RA ha mostrado efectos positivos, como en el aprendizaje de habilidades prácticas y en la motivación estudiantil, sino también aquellas áreas donde su

implementación podría ser contraproducente sin una planificación y adaptación adecuadas. De esta manera, este estudio contribuye a la discusión académica y práctica sobre cómo la tecnología puede mejorar o limitar el aprendizaje en el entorno universitario.

La viabilidad de este trabajo de revisión se sustenta en la disponibilidad de una creciente cantidad de investigaciones académicas sobre la RA en educación, lo cual permite una exploración bibliográfica amplia y actualizada. Al analizar artículos recientes, se pretende proporcionar una visión integral que abarque tanto los logros como los problemas persistentes en la aplicación de esta tecnología. La metodología de revisión sistemática permitirá un abordaje riguroso que sintetice las principales tendencias y hallazgos, creando así un recurso útil para académicos, docentes y tomadores de decisiones en el ámbito de la educación superior.

El objetivo principal de este estudio es analizar de manera crítica los beneficios y desafíos que presenta la Realidad Aumentada en la educación superior, identificando tanto los elementos que favorecen el aprendizaje como aquellos que pueden obstaculizarlo. Para ello, se llevará a cabo una revisión de la literatura disponible en bases de datos académicas, examinando estudios empíricos y revisiones previas que hayan investigado el impacto de la RA en variables como el rendimiento académico, la motivación, la retención de conocimientos y la interacción entre estudiantes y docentes. A través de este enfoque, se espera contribuir a la comprensión del rol de la RA en la educación universitaria, así como ofrecer recomendaciones que faciliten una implementación más efectiva y beneficiosa en este contexto.

En síntesis, la introducción de la RA en la educación superior presenta tanto oportunidades como retos significativos. Si bien se reconoce su capacidad para enriquecer el proceso educativo, también es evidente la necesidad de una implementación cuidadosa y fundamentada en evidencia científica que garantice su efectividad y minimice sus efectos adversos. Esta revisión aspira a consolidar el conocimiento existente sobre esta tecnología y proporcionar una base que oriente futuras investigaciones y aplicaciones en el ámbito universitario.

2. Materiales y Métodos

En este estudio de revisión bibliográfica exploratoria sobre el uso de la Realidad Aumentada (RA) en la educación superior, se ha adoptado un enfoque cualitativo para examinar y sintetizar la literatura científica relevante. Este método permite integrar y analizar estudios previos sobre el impacto de la RA en contextos educativos universitarios, con el fin de identificar y comprender sus beneficios y limitaciones. El diseño exploratorio busca, por tanto, no solo recopilar los hallazgos existentes, sino también detectar tendencias actuales, vacíos en el conocimiento y áreas en las que futuras investigaciones puedan profundizar para maximizar el aprovechamiento de esta tecnología en entornos académicos.

Para llevar a cabo la búsqueda y selección de literatura, se consultaron bases de datos académicas de alto impacto, tales como Scopus, Web of Science y ScienceDirect, asegurando así que los artículos seleccionados estuvieran publicados en revistas revisadas por pares y tuvieran un alto estándar de calidad científica. La revisión se

centró en estudios de los últimos cinco años para garantizar que los resultados y discusiones reflejaran las innovaciones y desarrollos más recientes en la aplicación de la RA en educación superior. No obstante, se incluyeron algunos estudios anteriores considerados seminales o de alta relevancia que han contribuido al desarrollo del campo y brindan una perspectiva histórica sobre el avance de la RA en el ámbito educativo.

Los criterios de inclusión para los estudios fueron rigurosos. En primer lugar, solo se consideraron investigaciones empíricas o revisiones sistemáticas que investigaran específicamente el uso de RA en la educación universitaria, excluyendo aquellos centrados en niveles educativos distintos. Además, se seleccionaron estudios que examinaran los efectos de la RA sobre variables educativas como el rendimiento académico, la motivación, la interacción entre estudiantes y docentes, la retención del conocimiento y la comprensión de conceptos complejos. Asimismo, se incluyeron investigaciones que abordaran tanto los beneficios como las dificultades de implementar esta tecnología, permitiendo así un análisis integral de sus aportes y limitaciones.

El proceso de revisión consistió en una lectura exhaustiva de los artículos seleccionados, durante la cual se extrajo y organizó la información en torno a temas específicos. Los datos fueron clasificados en categorías temáticas que permitieran identificar patrones y tendencias, facilitando el análisis de hallazgos clave. Entre las categorías establecidas se encuentran los beneficios educativos, tales como el incremento en la motivación de los estudiantes y la capacidad de visualizar conceptos abstractos, y los desafíos, incluyendo la sobrecarga cognitiva que puede generar la RA si se emplea sin una estructura pedagógica adecuada, así como la necesidad de que los docentes reciban capacitación para utilizarla de manera eficaz.

La fase de análisis cualitativo implicó una integración interpretativa de los resultados, donde se compararon y contrastaron los hallazgos de distintos estudios. Este enfoque permitió extraer una visión más comprensiva y matizada de los factores que influyen en la efectividad de la RA en contextos universitarios. De este modo, la revisión no se limitó a presentar una síntesis de datos, sino que buscó profundizar en los contextos y condiciones que pueden potenciar o limitar el impacto de la RA en el aprendizaje.

Además, esta revisión identificó brechas en la literatura existente, tales como la escasez de estudios longitudinales que evalúen el impacto de la RA a largo plazo en el aprendizaje y la falta de investigaciones que analicen su efectividad en diversas disciplinas académicas. La identificación de estas áreas de oportunidad permite establecer recomendaciones concretas para futuras investigaciones y sugiere líneas de estudio que pueden ayudar a optimizar el uso de RA en la educación superior.

Finalmente, se consideró la viabilidad de esta revisión exploratoria mediante el análisis de la disponibilidad y accesibilidad de fuentes actualizadas en el campo. La abundante producción académica sobre RA en los últimos años garantiza una base de datos robusta que permite un análisis exhaustivo. Este trabajo no solo busca ofrecer una comprensión integral sobre los beneficios y desafíos de la RA en la educación superior, sino también proporcionar un marco teórico y práctico que oriente a los educadores y gestores en la adopción de esta tecnología, fundamentando sus decisiones en evidencia científica.

3. Resultados

3.1. Beneficios de la realidad aumentada en la educación superior

La Realidad Aumentada (RA) ha emergido como una herramienta educativa poderosa y multifacética en la educación superior, potenciando significativamente la experiencia de aprendizaje al ofrecer formas innovadoras para mejorar la comprensión de conceptos complejos, fomentar la motivación estudiantil y fortalecer la colaboración. A continuación, se examinan en profundidad estos tres beneficios, sustentados por investigaciones recientes y ejemplos prácticos que destacan el impacto positivo de la RA en el entorno universitario.

3.1.1. Mejora en la comprensión de conceptos abstractos

Uno de los beneficios más destacados de la RA en la educación superior es su capacidad para hacer que conceptos abstractos sean más accesibles y comprensibles para los estudiantes. En disciplinas como la física, la química y la ingeniería, los conceptos fundamentales pueden ser difíciles de visualizar y comprender a través de métodos tradicionales. La RA facilita este proceso al permitir que los estudiantes interactúen con representaciones tridimensionales de conceptos complejos, que pueden observar desde diferentes ángulos, modificar o manipular virtualmente en tiempo real. Esto no solo mejora su comprensión, sino que también fortalece su capacidad de retención al involucrar tanto su percepción visual como su cognición espacial (International Journal of Instruction, 2018).

La RA se ha mostrado especialmente útil en áreas científicas y técnicas. En la enseñanza de anatomía, por ejemplo, los estudiantes pueden visualizar estructuras corporales en 3D, lo que les permite comprender mejor la ubicación y relación entre los órganos sin necesidad de recurrir a disecciones reales. Este tipo de visualización facilita el aprendizaje de sistemas complejos y fomenta una comprensión más intuitiva y profunda de la materia (Garzón et al., 2017). Del mismo modo, en química, la RA permite a los estudiantes explorar las estructuras moleculares y las reacciones químicas a nivel atómico, lo cual es difícil de representar con modelos físicos o gráficos bidimensionales. Así, la RA abre la posibilidad de una instrucción más detallada y menos abstracta, promoviendo un aprendizaje significativo en los estudiantes.

3.1.2. Incremento en la motivación y el compromiso estudiantil

Además de facilitar la comprensión de conceptos abstractos, la RA incrementa notablemente la motivación y el compromiso de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. A diferencia de los métodos de enseñanza tradicionales, en los que el estudiante suele adoptar un rol pasivo, la RA ofrece una experiencia inmersiva y multisensorial que coloca al estudiante en el centro del aprendizaje, permitiéndole ser un participante activo. Esta interacción activa genera un aprendizaje más atractivo, lo cual se traduce en una mayor motivación para estudiar y una mayor disposición a involucrarse en actividades académicas (Maryville Online, 2022).

Los entornos de RA pueden diseñarse de manera que promuevan experiencias de aprendizaje inmersivas y dinámicas, donde los estudiantes se sientan motivados a explorar y experimentar. En estudios sobre el uso de la RA en entornos educativos, se ha observado que los estudiantes expresan un mayor interés en el contenido y una

actitud positiva hacia el aprendizaje cuando interactúan con tecnologías de RA. Esto ocurre porque la RA ofrece una forma novedosa y atractiva de presentación de contenidos que se aleja de las explicaciones teóricas y los textos extensos, que pueden resultar monótonos. Además, la RA permite que los estudiantes visualicen conceptos de una manera que se asemeja a la realidad, lo que mejora la retención de la información y hace que el aprendizaje sea más relevante y memorable.

En el contexto de la educación superior, la RA también puede contribuir a reducir las barreras tradicionales de la educación teórica, como la falta de conexión entre teoría y práctica, al brindar a los estudiantes experiencias casi reales de los contenidos que están estudiando. Esto es particularmente relevante en carreras que requieren una fuerte orientación práctica, como las ciencias de la salud y la ingeniería, donde los estudiantes necesitan practicar y experimentar para consolidar sus habilidades. El aumento de la motivación y el compromiso, por tanto, se convierte en un elemento clave que apoya tanto el éxito académico como la satisfacción de los estudiantes.

3.1.3. Facilitación de la colaboración y la interacción

La RA no solo mejora la experiencia individual de aprendizaje, sino que también facilita la colaboración y la interacción entre los estudiantes y docentes, aspectos críticos para el aprendizaje en la educación superior. Al utilizar la RA en proyectos de equipo, los estudiantes pueden trabajar en conjunto dentro de un entorno de aprendizaje virtual compartido, lo que fomenta la colaboración y permite el intercambio de ideas y conocimientos en tiempo real. Esta tecnología permite que los estudiantes, independientemente de su ubicación física, participen activamente en experiencias colaborativas, creando un entorno de aprendizaje interactivo que potencia el trabajo en equipo y las habilidades comunicativas (Maryville Online, 2022).

La facilidad para compartir y modificar contenido en un entorno de RA permite que los estudiantes y docentes puedan contribuir de manera conjunta en el desarrollo y enriquecimiento de proyectos educativos. Por ejemplo, en un curso de arquitectura, los estudiantes pueden colaborar en el diseño de un modelo de edificio, observándolo y ajustándolo en 3D a medida que discuten y exploran diferentes enfoques. Este tipo de interacción fomenta un aprendizaje activo y participativo que va más allá del modelo tradicional de aprendizaje pasivo, y contribuye al desarrollo de competencias esenciales en el ámbito profesional, como la colaboración y el liderazgo.

La RA también crea un ambiente en el cual los estudiantes pueden recibir retroalimentación inmediata de sus docentes, ya que los proyectos pueden visualizarse y modificarse en tiempo real. Esto reduce la distancia entre el docente y el estudiante, fortaleciendo la relación pedagógica y mejorando la comunicación. La posibilidad de visualizar y discutir los contenidos en un espacio de RA compartido hace que el proceso educativo sea más flexible y personalizado, adaptándose mejor a las necesidades individuales de cada estudiante.

3.2. Desafíos de la implementación de la realidad aumentada

La implementación de la Realidad Aumentada (RA) en la educación superior ofrece un enfoque innovador para la enseñanza, pero enfrenta obstáculos significativos que requieren atención y adaptación para garantizar su efectividad. A continuación, se exploran en profundidad tres desafíos centrales: la sobrecarga cognitiva en los

estudiantes, la dependencia de infraestructura tecnológica avanzada y la necesidad de capacitación docente, los cuales condicionan la experiencia de aprendizaje en entornos académicos.

3.2.1. Sobrecarga cognitiva en los estudiantes

La RA, al añadir información virtual sobre el entorno real, incrementa la complejidad cognitiva del proceso de aprendizaje al presentar múltiples flujos de información simultánea. Este fenómeno genera una carga cognitiva extrínseca, que se refiere al esfuerzo adicional requerido para procesar información que no necesariamente contribuye a la construcción de conocimiento profundo. La teoría de carga cognitiva (Cognitive Load Theory) explica que la memoria de trabajo, al ser limitada, puede saturarse fácilmente cuando se expone a múltiples estímulos, dificultando el aprendizaje y la retención de información (Sweller, 2011). En entornos de RA, esta carga adicional puede provenir de elementos visuales complejos, como gráficos tridimensionales, o de la necesidad de coordinar información visual y espacial, lo que agota rápidamente la capacidad de procesamiento cognitivo del estudiante.

La sobrecarga cognitiva en el uso de la RA es especialmente pronunciada en estudiantes que carecen de habilidades espaciales o de una sólida memoria de trabajo. Algunos estudios señalan que estos estudiantes enfrentan dificultades adicionales al intentar integrar y comprender la información presentada en entornos de RA. Por ejemplo, Altmeyer et al. (2024) encontraron que los estudiantes con baja capacidad de memoria de trabajo verbal y espacial son más propensos a experimentar fallos en la integración espacial de la información virtual, lo cual interfiere en su comprensión y en los beneficios de la RA en el aprendizaje de conceptos complejos. Estos hallazgos sugieren que las aplicaciones de RA deben estar cuidadosamente diseñadas para minimizar el riesgo de sobrecarga cognitiva, mediante estrategias como la segmentación de la información y el uso de guías visuales, que faciliten el procesamiento sin saturar la memoria de trabajo.

Por otro lado, la selección de dispositivos también influye en la carga cognitiva. Estudios sobre el uso de gafas de RA y tabletas han mostrado que cada tipo de dispositivo implica desafíos únicos; por ejemplo, las gafas de RA pueden provocar una mayor carga debido a la necesidad de sincronizar los movimientos de la cabeza con el campo de visión virtual, mientras que las tabletas permiten una interacción más controlada, pero requieren sostener el dispositivo, lo cual también demanda atención y puede afectar la concentración (Sommerauer & Müller, 2018). Estos factores hacen evidente que la elección de la tecnología debe adaptarse al perfil cognitivo de los estudiantes para evitar efectos negativos sobre el aprendizaje.

3.2.2. Dependencia de infraestructura tecnológica avanzada

El uso de RA en la educación requiere una infraestructura tecnológica avanzada que no siempre está disponible en todas las instituciones de educación superior, lo cual plantea una importante barrera para su adopción generalizada. La RA depende de dispositivos específicos como gafas, tabletas y smartphones de alta capacidad, que requieren sistemas operativos actualizados y capacidad de procesamiento avanzada para renderizar gráficos complejos y superposiciones en tiempo real. Además, una conexión a internet rápida y estable es esencial para garantizar una experiencia sin

interrupciones, especialmente en aplicaciones de RA basadas en la nube o aquellas que requieren datos en tiempo real (Lu & Liu, 2015).

Esta dependencia tecnológica no solo aumenta el costo de implementación de la RA, sino que también limita su accesibilidad a instituciones con mayor capacidad económica, lo cual genera desigualdades en el acceso a estas herramientas innovadoras. Las instituciones que no pueden invertir en infraestructura avanzada para RA se ven obligadas a restringir su uso o buscar alternativas menos costosas, lo que puede reducir la calidad de la experiencia educativa. Además, el mantenimiento y la actualización de estos equipos son factores que incrementan los costos a largo plazo y que requieren un presupuesto constante, lo cual puede ser difícil de sostener para muchas universidades.

Algunas soluciones propuestas incluyen el uso de dispositivos personales, como smartphones, que permiten reducir costos, ya que estos equipos están ampliamente disponibles entre los estudiantes. Sin embargo, incluso el uso de dispositivos personales plantea desafíos adicionales, como la variabilidad en las especificaciones técnicas, lo que puede llevar a diferencias en la calidad de la experiencia de RA. Además, el uso de dispositivos móviles no siempre ofrece el mismo nivel de interacción inmersiva que otros dispositivos específicos, como las gafas de RA, lo que limita el alcance de las aplicaciones educativas de la tecnología. Estos factores subrayan la necesidad de explorar modelos sostenibles de infraestructura que faciliten la adopción de la RA sin comprometer la calidad educativa.

3.2.3. Necesidad de capacitación docente

La capacitación de los docentes es un aspecto crítico para el éxito de la RA en la educación superior. Los docentes necesitan no solo aprender a utilizar la tecnología, sino también a diseñar experiencias de aprendizaje que integren la RA de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas. La RA introduce una dinámica de enseñanza distinta a la tradicional, donde los educadores deben asumir un rol más interactivo y adaptativo, ajustando el contenido y el ritmo de la clase en función de las necesidades de los estudiantes y de la tecnología misma (Martín-Gutiérrez et al., 2010).

Sin una capacitación adecuada, los docentes pueden enfrentar dificultades para implementar la RA de forma que maximice su potencial educativo. Por ejemplo, al no comprender completamente cómo gestionar la carga cognitiva extrínseca de los estudiantes, podrían diseñar actividades de RA que, en lugar de facilitar el aprendizaje, aumenten la carga cognitiva y dificulten la comprensión del contenido. Por ello, la formación docente debe incluir tanto aspectos técnicos como estrategias didácticas específicas para la RA, como la segmentación de la información y el uso de ayudas visuales, que faciliten la integración de esta tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Sweller & Chandler, 1994).

Para abordar este desafío, algunas instituciones han comenzado a implementar programas de capacitación continua en RA, que incluyen talleres prácticos y módulos sobre teoría de la carga cognitiva aplicada a entornos de RA. Estos programas permiten que los docentes adquieran las competencias necesarias para adaptar la tecnología a sus necesidades educativas y les brindan estrategias para personalizar el uso de la RA de acuerdo con el perfil de sus estudiantes. No obstante, estos programas requieren inversión y tiempo, lo cual puede ser una barrera adicional para muchas instituciones.

4. Discusión

La implementación de la Realidad Aumentada (RA) en la educación superior representa una de las innovaciones más prometedoras para transformar la pedagogía tradicional en experiencias de aprendizaje interactivas e inmersivas. Sin embargo, la incorporación de esta tecnología enfrenta desafíos significativos que no solo afectan su adopción, sino que también condicionan sus resultados pedagógicos. En el análisis de los beneficios y limitaciones de la RA, surgen diversas consideraciones que resaltan la complejidad de su implementación y sugieren la necesidad de enfoques estratégicos para optimizar su impacto en el ámbito académico.

En primer lugar, se destaca que la RA es particularmente eficaz en la enseñanza de conceptos abstractos, como aquellos presentes en las ciencias y la ingeniería, gracias a su capacidad para hacer visibles y manipulables contenidos complejos. Esto permite a los estudiantes interactuar con representaciones tridimensionales y modelos visuales en tiempo real, lo que facilita una comprensión profunda de los temas de estudio (Martín-Gutiérrez et al., 2010). Este beneficio es congruente con los principios de la teoría de la carga cognitiva, que sugiere que el aprendizaje se potencia cuando la información se presenta de manera que optimiza el procesamiento de la memoria de trabajo (Sweller & Chandler, 1994). No obstante, si bien la RA facilita la visualización de conceptos abstractos, el diseño inadecuado de estos entornos puede inducir una carga cognitiva extrínseca excesiva, debido a la cantidad de estímulos visuales y de información simultánea, lo cual puede saturar la memoria de trabajo de los estudiantes y, en última instancia, dificultar el aprendizaje (Altmeyer et al., 2024). Por tanto, los beneficios de la RA en este aspecto están condicionados a la capacidad de los diseñadores y docentes para equilibrar la cantidad de información y la complejidad visual de los contenidos.

La motivación y el compromiso estudiantil son otro beneficio clave de la RA, ya que esta tecnología introduce elementos multisensoriales que convierten el aprendizaje en una experiencia envolvente y atractiva. En contextos de educación superior, los estudiantes han mostrado un mayor interés y disposición para participar activamente cuando se emplea RA, debido a que las actividades inmersivas generan un aprendizaje más significativo y personalizado (Sommerauer & Müller, 2018). Sin embargo, la RA también plantea riesgos en términos de sostenibilidad, ya que su efectividad en motivar a los estudiantes puede verse comprometida por la novedad inicial de la tecnología, lo que se conoce como "efecto novedad". Este fenómeno puede reducir la efectividad de la RA a largo plazo si no se integran estrategias pedagógicas que mantengan el interés y la participación, ya que, de otra manera, los estudiantes pueden perder interés una vez que se familiarizan con la tecnología (Lu & Liu, 2015). Este aspecto destaca la necesidad de implementar la RA dentro de un marco pedagógico bien estructurado, en el que la tecnología se utilice de forma coherente y no como un fin en sí mismo.

La dependencia de infraestructura tecnológica avanzada emerge como un desafío importante, particularmente para instituciones con recursos limitados. La RA requiere dispositivos específicos, como gafas de realidad aumentada o tabletas de alto rendimiento, que garanticen una experiencia de usuario óptima y que a su vez sean compatibles con el software de RA. Esta dependencia implica una barrera económica, ya que las instituciones educativas deben considerar no solo la inversión inicial en tecnología, sino también los costos de mantenimiento y actualización (Lu & Liu, 2015).

La falta de acceso a esta infraestructura puede generar inequidades en la adopción de la RA y en el acceso a sus beneficios, especialmente en instituciones de menor presupuesto, lo que limita el alcance de esta tecnología. Para superar este desafío, se sugieren alternativas como el uso de dispositivos personales de los estudiantes o la implementación de plataformas de RA de código abierto que reduzcan los costos. Sin embargo, estas soluciones presentan limitaciones en cuanto a la estandarización y calidad de la experiencia de aprendizaje.

Finalmente, la necesidad de una capacitación docente específica es fundamental para el éxito de la RA en la educación superior. Los docentes requieren formación no solo en el uso técnico de esta tecnología, sino también en estrategias pedagógicas que maximicen sus beneficios y minimicen sus limitaciones. Sin una capacitación adecuada, existe el riesgo de que los docentes no logren integrar la RA de manera efectiva en sus clases, o que incluso generen una sobrecarga cognitiva en los estudiantes al diseñar actividades que no optimicen el uso de la memoria de trabajo (Sweller & Chandler, 1994). Además, los docentes deben familiarizarse con los principios de la teoría de carga cognitiva y adaptar sus métodos de enseñanza para facilitar un aprendizaje fluido y evitar la distracción de los estudiantes.

Para concluir, la RA ofrece un potencial significativo para enriquecer la educación superior al facilitar la comprensión de conceptos abstractos y motivar a los estudiantes a través de experiencias de aprendizaje inmersivas. No obstante, su implementación enfrenta desafíos complejos que incluyen la sobrecarga cognitiva, la dependencia de infraestructura avanzada y la necesidad de capacitación docente. Superar estos desafíos requerirá un enfoque integral que contemple tanto los aspectos tecnológicos como los pedagógicos, y que facilite el acceso equitativo a los recursos y fomente una integración efectiva de la RA en la educación. La evidencia sugiere que la optimización de la RA en contextos educativos depende de un diseño instruccional cuidadoso, que considere las características cognitivas de los estudiantes y ofrezca un equilibrio entre innovación tecnológica y estrategias pedagógicas sólidas.

5. Conclusiones

Este análisis sobre la implementación de la Realidad Aumentada (RA) en la educación superior pone de manifiesto que, aunque la tecnología ofrece numerosas ventajas pedagógicas, también enfrenta obstáculos significativos que requieren un abordaje riguroso para maximizar su impacto en el aprendizaje. La RA ha demostrado ser una herramienta innovadora que permite a los estudiantes visualizar y comprender conceptos abstractos mediante la manipulación de objetos tridimensionales, lo que transforma la dinámica de enseñanza tradicional. Al proporcionar una experiencia de aprendizaje inmersiva y multisensorial, la RA motiva a los estudiantes y fomenta una participación activa, promoviendo un aprendizaje profundo que tiene el potencial de mejorar tanto la retención de conocimientos como la capacidad de aplicar conceptos complejos en situaciones prácticas.

Sin embargo, el potencial de la RA para transformar el aprendizaje en la educación superior no puede materializarse plenamente sin una planificación estratégica que aborde sus desafíos inherentes. Uno de los retos más destacados es la sobrecarga

cognitiva que puede generar en los estudiantes. La exposición a múltiples flujos de información en un entorno de RA puede saturar la capacidad de la memoria de trabajo, especialmente en estudiantes que carecen de habilidades avanzadas de procesamiento espacial. Este fenómeno de sobrecarga cognitiva afecta directamente la efectividad de la tecnología, ya que los estudiantes pueden perder el enfoque en los conceptos centrales si su capacidad cognitiva se ve saturada por el manejo de estímulos visuales adicionales. Para mitigar este riesgo, es fundamental que los desarrolladores y educadores diseñen entornos de RA que segmenten la información y utilicen interfaces intuitivas que guíen el aprendizaje sin sobrecargar a los estudiantes. Así, la clave del éxito de la RA radica en un diseño instruccional que mantenga un equilibrio entre la cantidad y complejidad de los estímulos, de manera que el aprendizaje siga siendo efectivo y accesible.

Otro desafío importante es la dependencia de una infraestructura tecnológica avanzada y costosa. La RA requiere dispositivos de alta capacidad, como gafas especializadas, tabletas o smartphones con especificaciones técnicas adecuadas, así como una conectividad de alta velocidad para asegurar una experiencia de usuario sin interrupciones. Esta dependencia plantea una barrera económica importante para muchas instituciones, especialmente aquellas con recursos limitados. La falta de acceso a la infraestructura necesaria para la RA genera inequidades en la educación superior, ya que solo las instituciones mejor financiadas pueden proporcionar a sus estudiantes el acceso completo a esta tecnología innovadora. Si bien alternativas como el uso de dispositivos personales de los estudiantes o plataformas de RA de código abierto pueden reducir algunos costos, estas opciones a menudo presentan limitaciones en cuanto a la calidad de la experiencia de aprendizaje y la capacidad de adaptación a los objetivos pedagógicos de los cursos. Por tanto, es necesario que las instituciones evalúen no solo los beneficios inmediatos de la RA, sino también la sostenibilidad a largo plazo de las inversiones tecnológicas para garantizar que esta herramienta se convierta en un recurso accesible y no en un lujo exclusivo de unas pocas universidades.

La capacitación docente es otro pilar fundamental que debe fortalecerse para asegurar el éxito de la RA en el ámbito educativo. La introducción de una tecnología compleja como la RA transforma la dinámica en el aula y requiere que los docentes adopten nuevos enfoques de enseñanza. Sin una capacitación adecuada, es probable que los docentes enfrenten dificultades para integrar efectivamente la RA en sus metodologías, lo que podría llevar a que los estudiantes no experimenten el valor educativo completo de esta tecnología. Además de la competencia técnica, los docentes necesitan formación en estrategias didácticas que optimicen la RA, como la comprensión de los principios de carga cognitiva y la capacidad de diseñar actividades que minimicen la carga extrínseca. Sin esta formación pedagógica específica, existe el riesgo de que las actividades de RA diseñadas por docentes no especializados incrementen la carga cognitiva de los estudiantes y, en consecuencia, obstaculicen el proceso de aprendizaje. Los programas de capacitación continua, que incluyan tanto aspectos técnicos como pedagógicos, son esenciales para que los docentes puedan utilizar la RA de manera efectiva y adaptarla a los perfiles cognitivos de sus estudiantes.

En definitiva, la RA posee el potencial de redefinir el aprendizaje en la educación superior al facilitar una comprensión profunda y práctica de los contenidos académicos. No obstante, para que este potencial se materialice plenamente, es esencial que las

instituciones educativas adopten un enfoque integral que contemple no solo la infraestructura y capacitación necesarias, sino también un diseño instruccional que permita aprovechar los beneficios de la RA sin incurrir en sobrecarga cognitiva. Los resultados de este análisis sugieren que la RA, más allá de ser una innovación tecnológica, requiere una integración cuidadosa en la pedagogía, donde la tecnología se convierta en una herramienta complementaria a las estrategias de enseñanza y no en un fin en sí misma.

Para finalizar, lograr una implementación efectiva de la RA en el ámbito académico, es indispensable promover políticas institucionales que garanticen el acceso a los recursos tecnológicos, la capacitación adecuada para los docentes y el diseño de experiencias de RA que mantengan un equilibrio entre innovación y viabilidad educativa. Solo mediante este enfoque coordinado, en el que converjan aspectos técnicos, pedagógicos y de infraestructura, se podrá aprovechar al máximo el potencial de la RA para enriquecer la educación superior y formar estudiantes mejor preparados para enfrentar los desafíos de un entorno profesional cada vez más tecnológico.

Referencias Bibliográficas

- Agudelo-Valdeleón, O. L. (2024). El impacto de la neuropsicopedagogía en la mejora del aprendizaje. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(2), 226–245. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n2/109>
- Altmeyer, K., Brünken, R., Kuhn, J., & Malone, S. (2024). The role of cognitive learner prerequisites for cognitive load and learning outcomes in AR-supported lab work. *Educational Sciences*, 14(11), 1161. <https://doi.org/10.3390/educsci14111161>
- Andino-Jaramillo, R. A., & Palacios-Soledispa, D. L. (2023). Investigación para la aplicación de una estrategia de mejoramiento del clima laboral en una unidad educativa. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(3), 52–75. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n3/73>
- Bonilla Bonilla, M.A., Góngora Cheme, R.K., Casanova-Villalba, C.I., y Guamán Chávez, R.E. (Coordinadores). (2023). *Libro de memorias. I Simposio de investigadores emergentes en ciencia y tecnología*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.115>
- Casanova-Villalba, C. I., Salgado-Ortiz, P. J., Guerrero-Freire, E. I. & Guerrero-Freire, A. E. (2024). Innovación Pedagógica para la Creación de Spin-offs: Integrando la Empresa Familiar en la Educación Universitaria. In *Fronteras del Futuro: Innovación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología*. (pp. 31-48). Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.39>
- Educ. Sci. (2020). Use of Augmented and Virtual Reality in Remote Higher Education: A Systematic Umbrella Review. *Educational Sciences*, 11(8), 5-12. <https://doi.org/10.3390/educsci11010008>
- Garzón, J., Baldiris, S., & Nobles, C. (2017). Augmented reality in education: Current status and benefits. *Educational Technology Research and Development*, 65(2), 237-258.

- Heng, L. (2023). Augmented Reality in Higher Education: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature from 2000 to 2022. Mendeley Data.
- Herrera-Sánchez, M. J., Casanova- Villalba, C. I., Moreno-Novillo, Ángela C., & Mina-Bone, S. G. (2024). Tecnoestrés en docentes universitarios con funciones académicas y administrativas en Ecuador. *Revista Venezolana De Gerencia*, 29(11), 606-621. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.e11.36>
- Herrera-Sánchez, M. J., Mina-Bone, S. G., Santana-Torres, A. A., & Rios-Gaibor, C. G. (2024). Costos ocultos del tecnoestrés: Análisis económico del impacto en la productividad académica en universidades. In *Fronteras del Futuro: Innovación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología* (pp. 49–72). Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.40>
- International Journal of Instruction. (2018). Augmented reality experience: Initial perceptions of teachers in education. *International Journal of Instruction*, 11(4), 561-572.
- Loor Giler, J. L., Lorenzo Benítez, R., & Herrera Navas, C. D. (2021). Manual de actividades didácticas para el desarrollo de la comprensión lectora en estudiantes de subnivel de básica media. *Journal of Economic and Social Science Research*, 1(1), 15–37. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v1/n1/18>
- Lu, S.-J., & Liu, Y.-C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>
- Madrid-Gómez, K. E., Arias-Huánuco, J. M., Zevallos-Parave, Y., Alfaro-Saavedra, M. N., Camposano-Córdova, A. I., & Yaulilahua-Huacho, R. (2023). *Estrategias activas para el aprendizaje autónomo: Un enfoque en Alumnos de Secundaria*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.53>
- Madrid-Gómez, K. E., Arias-Huánuco, J. M., Zevallos-Parave, Y., Camposano-Córdova, A. I., & Yaulilahua-Huacho, M. (2023). *Entre el Autoconocimiento y la Autoestima: Explorando el Programa "Súbete a mi Auto" en el ámbito Universitario*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.54>
- Madrid-Gómez, K. E., Herrera-Aponte, M. B., Arias-Huánuco, J. M., Zevallos-Parave, Y., Camposano-Córdova, A. I., & LLancari-Choccelahua, R. B. (2023). *Interacciones Familiares y Autoestima: Un Estudio entre Estudiantes de Secundaria*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.52>
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2009.11.003>
- Maryville Online. (2022). Augmented reality in education: Interactive classrooms and enhanced learning. Recuperado de <https://online.maryville.edu>
- Puyol-Cortez, J. L. (2024). Factores determinantes en la toma de decisiones estratégicas en el sector retail. *Revista Científica Zambos*, 3(1), 36-55. <https://doi.org/10.69484/rcz/v3/n1/11>

- Puyol-Cortez, J. L., & Mina-Bone, S. G. (2022). Explorando el liderazgo de los profesores en la educación superior: un enfoque en la UTELVT Santo Domingo. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(2), 16–28. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n2/49>
- Puyol-Cortez, J. L., Casanova-Villalba, C. I., Herrera-Sánchez, M. J., & Rivadeneira-Moreira, J. C. (2024). REVISIÓN METODOLÓGICA AG2C PARA LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA BÁSICA A ESTUDIANTES CON DISCALCULIA. *Perfiles*, 1(32), 15-27. <https://doi.org/10.47187/perf.v1i32.280>
- Ramírez-Solórzano, F. L., & Herrera-Navas, C. D. . (2024). Inclusión Educativa: Desafíos y Oportunidades para la Educación de Estudiantes con Necesidades Especiales. *Revista Científica Zambos*, 3(3), 44-63. <https://doi.org/10.69484/rcz/v3/n3/57>
- Santander-Salmon, E. S. (2024). Métodos pedagógicos innovadores: Una revisión de las mejores prácticas actuales. *Revista Científica Zambos*, 3(1), 73-90. <https://doi.org/10.69484/rcz/v3/n1/13>
- Silva Alvarado, J. C., & Herrera Navas, C. D. (2022). Estudio de Kahoot como recurso didáctico para innovar los procesos evaluativos pospandemia de básica superior de la Unidad Educativa Iberoamericano. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(4), 15–40. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n4/23>
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2018). Augmented reality for teaching and learning: A literature review on theoretical and empirical foundations. Proceedings of the 26th European Conference on Information Systems: Beyond Digitization - Facets of Socio-Technical Change. Portsmouth, UK.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233. https://doi.org/10.1207/s1532690xc1203_1
- Terrazo-Luna, E. G., Riveros-Anccasi, D., Torres-Acevedo, C. L., Rojas-Quispe, A. E., Cencho Pari, A., Coronel-Capani, J., & Yaulilahua-Huacho, R. (2023). *Habilidades Perceptivas: Mejorando el Aprendizaje Remoto en Estudiantes de 5 años*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.30>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.