

## REALIDAD AUMENTADA (RA) COMO UNA PROPUESTA INNOVADORA EN EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

José Vicente Cordero González<sup>7</sup>

Enviado: 01-05-2024 • Aprobado: 28 /05/2024 Publicado: 30/06/2024

### Resumen

El presente artículo tiene como propósito general; Analizar la Realidad Aumentada como una propuesta Innovadora en Educación Universitaria, desde el eje temático "Aplicaciones de la realidad aumentada en la educación". Este eje temático se enfoca en explorar cómo la realidad aumentada se utiliza como una herramienta educativa en diversos niveles de enseñanza, desde la educación preescolar hasta la educación superior. En términos metodológicos el estudio es de tipo documental, ya que es el resultado de una exhaustiva revisión bibliográfica de diferentes aspectos relacionados con la implementación de la realidad aumentada en el ámbito educativo. Los resultados exponen los beneficios de la realidad aumentada en el aprendizaje actual de estudiantes de cualquier nivel con incidencia notable en la formación académica universitaria.

Palabras clave: realidad aumentada, educación universitaria, tecnología educativa, innovación pedagógica.

## AUGMENTED REALITY (AR) AS AN INNOVATIVE PROPOSAL IN UNIVERSITY EDUCATION

58

### Abstract

The general purpose of this article is to analyze augmented reality as an Innovative proposal in University Education, from the thematic axis of applications of augmented reality in education. This thematic axis focuses on exploring how augmented reality is used as an educational tool at various levels of teaching, from preschool to higher education. In methodological terms, the study is documentary in nature, since it is the result of an exhaustive bibliographic review of different aspects related to the implementation of augmented reality in the educational field. The results expose the benefits of augmented reality in the current learning of students of any level with a notable impact on university academic training.

Keywords: augmented reality, university education, educational technology, pedagogical innovation.

---

<sup>7</sup>Doctor en Ciencias de la Educación. Director de Proyectos y Consultoría. Universidad Bicentennial de Aragua.  
<https://orcid.org/0000-0001-5314-8920> [euskadi\\_jose\\_22@hotmail.com](mailto:euskadi_jose_22@hotmail.com)

## Introducción

A nivel mundial la Realidad Aumentada (RA) se ha convertido en una herramienta tecnológica que ha ganado considerable atención en los últimos años debido a su capacidad para combinar el mundo físico con elementos virtuales y enriquecer la percepción de la realidad. A través de la Realidad Aumentada, es posible superponer información digital, como imágenes, videos, gráficos o texto, sobre el entorno físico que nos rodea, creando así una experiencia inmersiva y enriquecida. A diferencia de la Realidad Virtual (RV), que sumerge completamente al usuario en un entorno simulado, la RA busca complementar la realidad existente al agregar capas de información digital interactiva. Esta tecnología se ha vuelto accesible gracias a los avances en dispositivos móviles, como Smartphone y tablets, que cuentan con cámaras y sensores necesarios para capturar el entorno y superponer objetos virtuales en tiempo real.

La Realidad Aumentada tiene aplicaciones en una amplia variedad de campos, desde el entretenimiento y los videojuegos hasta la medicina, el marketing, la arquitectura y la educación. En el ámbito educativo, la RA ofrece un potencial significativo para transformar la forma en que los estudiantes aprenden y comprenden conceptos complejos. Es por ello que, al utilizar la Realidad Aumentada en la educación en cualquier parte del mundo, los estudiantes pueden interactuar con modelos y explorar objetos virtuales en detalle, realizar experimentos simulados y acceder a información adicional contextualizada. Esto les brinda una experiencia de aprendizaje más inmersiva y participativa, permitiéndoles visualizar y comprender conceptos abstractos de manera más concreta y significativa.

A medida que la tecnología continúa avanzando, los desafíos y oportunidades de la Realidad Aumentada en la educación universitaria se vuelven cada vez más relevantes. La infraestructura tecnológica, la capacitación docente, las barreras de adopción y las consideraciones éticas y legales son solo algunos de los aspectos a tener en cuenta al implementar la RA en entornos educativos. Ciertamente se vive en un mundo cambiante y globalizado en el que el uso de la tecnología acapara los espacios donde el ser humano hace lo conveniente para seguir el ritmo evolutivo de las ciencias y donde la realidad aumentada y la tecnología se hacen necesarias en el uso diario en todos los niveles de la educación superior.

Todo esto hace que las nuevas generaciones, representadas por algunos especialistas del tema, lo denominan “nativos digitales” (Prensky, 2001), basados en que estos viven actualmente rodeados y en numerosas ocasiones, sumergidos por la tecnología. Una tecnología donde la realidad aumentada extiende su uso y está en la punta de la cima, debe necesariamente que dársele la importancia que esta posee debido al gran potencial que posee en los procesos de enseñanza. Si se enfoca lo concerniente al ámbito educativo, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), éstas empezaron años atrás con la aparición de algunas aplicaciones con las pizarras digitales. Desde estas apreciaciones es comprensible la evolución que con el transcurrir de los años poco a poco sumerge a todos en tecnologías emergentes como son la Realidad Aumentada (RA) y la Inteligencia Artificial (IA), cuya didáctica potencia hoy en día la enseñanza.

En este orden de ideas está claro que dicha realidad no es producto de modas pasajeras o eventuales, sino que estas llegaron para quedarse y revolucionar el mundo del aula tradicional con esas pizarras y aulas virtuales interactivas desde cualquier parte del mundo. El discerniendo de la realidad aumentada y la realidad virtual debe convertirse en un tema de reflexión y crítica para repensar la construcción de nuevas realidades en un devenir histórico, social y tecnológico. De ahí que el propósito del presente estudio está orientado a: Analizar la Realidad Aumentada como una propuesta Innovadora en Educación Universitaria, desde el eje temático "Aplicaciones de la realidad aumentada en la educación".

Sin duda que la realidad aumentada (RA) es una herramienta pedagógica para obtener dos sub ejes fundamentales en la educación sobre los que se sostiene el día a día del aula virtual: motivación y aprendizaje. En las últimas décadas, la educación universitaria se ha visto impactada por la introducción de nuevas tecnologías que buscan enriquecer los procesos de enseñanza aprendizaje. Entre estas tecnologías emergentes destaca la realidad aumentada (RA), que permite complementar la percepción e interacción con el mundo real con información digital en tiempo real. (Cózar-Gutiérrez & Sáez-López, 2016). Si bien existen meta-análisis previos sobre el uso de RA en educación (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018), son escasas las revisiones enfocadas en educación universitaria. Sin duda que le toca a los profesionales e investigadores de hoy profundizar en el estado del conocimiento sobre las aplicaciones de RA en este contexto.

Por todo esto Venezuela crece en oportunidades de estudio e investigaciones relacionadas a los avances tecnológicos donde el eje temático "Aplicaciones de la realidad aumentada en la educación" es el punto argüido en el que se debe profundizar está vinculado al uso e importancia de la Realidad Aumentada en la educación.

## Metodología

En términos metodológicos el estudio es de tipo documental, ya que es el resultado de una exhaustiva revisión bibliográfica de diferentes aspectos relacionados con la implementación de la realidad aumentada en el ámbito educativo.

## Resultados y Discusión

### *Conceptualización de Realidad Aumentada*

Ronald Azuma reconocido investigador en el campo de la Realidad Aumentada, en 1997, publicó un artículo titulado "A Survey of Augmented Reality" (Una encuesta sobre Realidad Aumentada), en el cual introdujo esta definición ampliamente aceptada y utilizada para describir la tecnología de Realidad Aumentada. Señaló que "La Realidad Aumentada es una tecnología que superpone información digital, como imágenes, sonidos y videos, sobre el mundo real, brindando una experiencia enriquecida y mejorada a los usuarios.

Por su parte Steve Mann es un pionero y experto en Realidad Aumentada, conocido por sus contribuciones en el desarrollo de esta tecnología. Su definición destaca la superposición de información digital sobre el entorno físico, resaltando cómo la Realidad Aumentada puede enriquecer la experiencia de los usuarios al proporcionarles información adicional y contextual.

### *Las transformaciones de la tecnología en la educación*

Todos los cambios evidenciados en la tecnología han traído consigo transformaciones educativas que constituyen un potencial prometedor que se debe desarrollar en todas las áreas del aprendizaje, donde es la Realidad Aumentada (RA) una propuesta de transformación para la educación, la cual estará beneficiando a los estudiantes de las universidades, para así poder potencializar y adquirir mayor conocimiento basados en una herramienta tecnológica como lo es la (RA) y la (IA). En este sentido se debe ir más allá de las herramientas innovadora, para el instante con respecto a otras tecnologías, lo que se

busca es que estas hagan más de los ambientes universitarios lugares de aprendizaje constante. Llenos de motivación en las distintas áreas del conocimiento.

Por lo planteado anteriormente la Realidad Aumentada permite sumergirse el mundo virtual con el mundo real en el mismo espacio y tiempo donde anteriormente no podía ser posible, por lo que les permite a los participantes tanto docentes como estudiantes explorar temas y entrar en contacto con realidades que anteriormente sería imposible realizarlos en otros contextos educativos. Es por esto que se puede decir que esta tecnología permite que el usuario interactúe en tiempo real, haciendo la experiencia cada vez más interactiva y amena en el mundo que se está sumergiendo, es por esto, que se considera la RA podría ser una herramienta innovadora en los contextos educativos universitarios basado en las nuevas tecnologías emergentes que se vienen desarrollando en los últimos tiempos.

Si se mira desde el campo educativo todo lo señalado, existen diferentes herramientas o aplicaciones como Metaverse la cual es una herramienta totalmente gratuita que sirve para para crear experiencias en realidad aumentada de forma sencilla, de igual forma se pueden encontrar herramientas pagas como Action Bound, ZAPWORKS, donde todas estas herramientas permiten la creación de contenido por parte de los docentes para que los participantes puedan tener una realidad más objetiva de esos contenidos desarrollados en el aula.

Partiendo de esta premisa es importante de destacar que los docentes puedan desarrollar sus propias actividades con RA, esto sería un método innovador donde esta les va a permitir convertir el salón de clase tradicional en una mezcla de aula entre realidad y virtualidad, la cual estaría propiciando la capacidad de intelecto de los participantes y a su vez motivándolos a desarrollar su propia RA, se estaría entonces en un proceso de auto aprendizaje.

Basado en el contexto de enseñanza, el facilitador sabe cuáles son los mejores contenidos o temas por desarrollar apoyados de la RA, sobre todos en esas materias donde los contenidos pueden ser densos, lo más importante es que los docentes puedan apreciar y concretar aprendizajes significativos, utilizando dispositivos móviles institucionales o personales dependiendo de la realidad de la institución.

Algunos autores aluden que la RA y la IA podría ser una innovación educativa (De la

Horra, 2017), esto debido a la proximidad entre la motivación y el aprendizaje en la cual se busca con esta tecnología promover el conocimiento.

Se refiere que los facilitadores se han acercado tímidamente a su uso de estas tecnologías y se encuentran en el autoaprendizaje o realizando curso del mismos, pero quienes lo hacen tratan de fortalecer aún más su desarrollo en la educación universitaria.

En este sentido cada vez que se produce un nuevo cambio en educación, se piensa principalmente en el estudiantado como se puede transmitir el conocimiento basados en todas estas nuevas tecnologías y la Realidad Aumentada no escapa de ella, donde lo que se procura es que esta facilite el aprendizaje y la transmisión del conocimiento, por medio del pensamiento crítico y el trabajo colaborativo tanto del facilitador como de los participantes.

Es por esto que día tras día la RA vigoriza cada una de estas propuestas en la educación, ya que esta da la libertad al estudiantado para que funde su propio aprendizaje y explore por medio de la tecnología los temas de estudio, y como esta le ofrece las ventajas en el caso de la Realidad Aumentada.

En este sentido se trabaja en esta tecnología para alimentar los contenidos de manera interdisciplinarios, es decir, podría trabajar las matemáticas, ciencias sociales, idiomas u otras disciplinas en una misma propuesta de Realidad Aumentada.

Según Ruiz, (2011). Esta tecnología no solo ha irrumpido en los entornos formales de educación, sino en otros contextos como son los museos y galerías donde se busca de promover la interacción entre la realidad y la virtualidad.

### *Características de la Realidad Aumentada:*

1.- *Fusión de lo real y lo virtual:* La Realidad Aumentada integra elementos virtuales en el mundo real, generando una experiencia híbrida donde los usuarios pueden interactuar con objetos digitales en su entorno físico.

2.- *Interacción en tiempo real:* La Realidad Aumentada proporciona una experiencia en tiempo real, permitiendo a los usuarios manipular y explorar los objetos virtuales de forma instantánea.

3. *Anclaje espacial:* La Realidad Aumentada utiliza técnicas de seguimiento y reconocimiento espacial para anclar los objetos virtuales en ubicaciones específicas del

entorno real, lo que permite una interacción precisa y coherente.

### *Aplicabilidad de la Realidad Aumentada en el medio educativo*

Para Klopfer y Squire (2008) sugieren que, la Realidad Aumentada puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos abstractos mediante la visualización de objetos o fenómenos en 3D. Por ejemplo, pueden explorar modelos tridimensionales de moléculas o planetas, lo que facilita la comprensión de conceptos científicos complejos. Así mismo, Johnson et al. (2010) mencionan que, la Realidad Aumentada puede mejorar la interacción social y colaborativa entre los estudiantes. Al utilizar dispositivos móviles equipados con RA, los estudiantes pueden trabajar juntos para resolver problemas y completar tareas, fomentando el trabajo en equipo y la comunicación efectiva.

Para Dunleavy et al. (2009) argumentan que, la Realidad Aumentada puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes. Al integrar elementos digitales interactivos en el entorno real, la RA puede hacer que el aprendizaje sea más atractivo y relevante para los estudiantes, lo que puede aumentar su interés y participación en las actividades educativas. Bacca et al. (2014) destacan que, la Realidad Aumentada puede personalizar el aprendizaje al adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes. Mediante el uso de aplicaciones de RA, los estudiantes pueden recibir retroalimentación inmediata y personalizada, lo que les permite avanzar a su propio ritmo y abordar áreas específicas de mejora.

Desde (2009) propone que la Realidad Aumentada puede fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Al enfrentar desafíos en un entorno de RA, los estudiantes deben analizar la información disponible, tomar decisiones y encontrar soluciones, lo que promueve el desarrollo de habilidades cognitivas superiores. Estas son solo algunas ideas sobre la aplicabilidad de la Realidad Aumentada en el medio educativo, y existen numerosos estudios y enfoques adicionales sobre este tema. La RA ofrece oportunidades emocionantes para transformar la forma en que los estudiantes aprenden y participan en el aula, brindando experiencias más inmersivas y enriquecedoras.

## *Ventajas y desventajas de la Realidad Aumentada*

### *Ventajas de la Realidad Aumentada:*

1.- Mejora de la experiencia de usuario: La Realidad Aumentada ofrece una experiencia inmersiva y enriquecida al combinar elementos virtuales con el mundo real, lo que brinda a los usuarios una interacción más dinámica y atractiva.

2.- Aplicaciones en diversos campos: La Realidad Aumentada tiene aplicaciones en áreas como la educación, el entretenimiento, la medicina, la arquitectura, el marketing y la industria, entre otros, lo que amplía su potencial y alcance.

3.- Apoyo a la toma de decisiones: La Realidad Aumentada puede proporcionar información adicional y contextos relevantes en tiempo real, lo que ayuda a los usuarios a tomar decisiones más informadas y precisas.

### *Desventajas de la Realidad Aumentada*

1.- Requisitos tecnológicos: La implementación de la Realidad Aumentada a menudo requiere dispositivos especiales o aplicaciones específicas, lo que puede representar una barrera para la adopción masiva.

2.- Limitaciones de hardware: Algunos dispositivos de Realidad Aumentada pueden tener limitaciones en términos de capacidad de procesamiento, duración de la batería o calidad de visualización, lo que puede afectar la experiencia del usuario.

3.- Experiencia de usuario: Aunque la Realidad Aumentada ofrece ventajas inmersivas, puede generar fatiga visual o dificultades de adaptación para algunos usuarios, especialmente en sesiones prolongadas de uso.

## *Existente y no existente en realidad aumentada*

Lo que existe en realidad aumentada:

1. *Aplicaciones móviles de Realidad Aumentada:* Existen numerosas aplicaciones móviles que utilizan la tecnología de realidad aumentada, como filtros faciales en aplicaciones de redes sociales, juegos de RA como Pokémon GO y aplicaciones de compras que permiten probar virtualmente productos en tu entorno.
2. *Gafas de realidad aumentada:* Existen varios dispositivos de gafas de realidad



aumentada en el mercado, como las Microsoft HoloLens y las Magic Leap One. Estas gafas permiten superponer imágenes y elementos virtuales en el entorno real.

3. *Marcadores y reconocimiento de imagen:* Los marcadores son objetos o patrones visuales que se utilizan como puntos de referencia para superponer elementos virtuales. Las aplicaciones de RA pueden reconocer estos marcadores y mostrar contenido relacionado con ellos.
4. *Visualización de información:* La realidad aumentada se utiliza en diversas áreas para visualizar información de manera interactiva. Por ejemplo, en la medicina, los médicos pueden utilizar la RA para ver imágenes médicas superpuestas en un paciente durante una cirugía.

#### *Lo que no existe en realidad aumentada:*

1. *Objetos virtuales físicos:* Aunque la RA puede superponer objetos virtuales en el mundo real, esos objetos no tienen una existencia física. Son representaciones visuales generadas por computadora.
2. *Manipulación de objetos virtuales:* Aunque puedes interactuar con objetos virtuales en la realidad aumentada, no puedes tocarlos físicamente ni manipularlos de la misma manera que lo harías con objetos reales. La interacción suele ser a través de gestos, voz o dispositivos de entrada.
3. *Realidad completamente virtual:* La realidad aumentada combina elementos virtuales con el mundo real, pero no reemplaza por completo la realidad física. A diferencia de la realidad virtual, en la que te sumerges en un entorno completamente virtual, la RA siempre tiene una conexión con el entorno real.

Es importante tener en cuenta que la tecnología de realidad aumentada está en constante evolución, y lo que se considera "existente" o "no existente" puede cambiar con el tiempo a medida que se desarrollen nuevas aplicaciones y dispositivos.

#### *Otras aplicaciones prácticas de la Realidad Aumentada*

Apreciaciones emergentes con respecto a la utilidad de la Realidad Aumentada en áreas de estudio. La Realidad Aumentada (RA) se ha convertido en una tecnología emergente con un gran potencial para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que la RA

también puede ser una herramienta muy útil para el aprendizaje de la física. Por ejemplo, los estudiantes pueden usar la RA para ver simulaciones de experimentos físicos, o para explorar diferentes fenómenos físicos.

Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos físicos y a desarrollar sus habilidades de pensamiento científico.

De igual forma la Realidad Aumentada también puede ser una herramienta muy útil para el aprendizaje de la química. Por ejemplo, los estudiantes pueden usar la RA para ver modelos 3D de moléculas químicas, o para explorar diferentes reacciones químicas. Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos químicos y a desarrollar sus habilidades de pensamiento científico.

La Realidad Aumentada también puede ser una herramienta muy útil para el aprendizaje de la electricidad. Por ejemplo, los estudiantes pueden usar la RA para ver modelos 3D de circuitos eléctricos, o para explorar diferentes fenómenos eléctricos. Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos eléctricos y a desarrollar sus habilidades de pensamiento científico.

## Conclusión

La Realidad Aumentada (RA) ha sido objeto de investigación en el campo del aprendizaje y la educación, particularmente en áreas como la física, química y electricidad. Desde una visión general de las evidencias científicas que respaldan la utilidad de la realidad aumentada en el aprendizaje de estas disciplinas.

[Mejora de la comprensión conceptual: Varios estudios han encontrado que el uso de la realidad aumentada puede facilitar la comprensión conceptual en física, química y electricidad. Al permitir a los estudiantes interactuar con objetos y fenómenos virtuales en entornos reales, la RA puede ayudar a visualizar conceptos abstractos y complejos, lo que conduce a una mejor comprensión.

## Enfoques que evidencian hallazgos

1.- *Enfoque práctico y experimental:* La realidad aumentada ofrece la posibilidad de realizar experimentos virtuales en entornos seguros y controlados. Los estudiantes pueden simular

situaciones y manipular variables para comprender cómo interactúan los principios físicos, químicos o eléctricos. Esto promueve un enfoque práctico y experimental del aprendizaje, lo cual es beneficioso para estas disciplinas.

**2.- *Retroalimentación inmediata:*** La RA puede proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. Al interactuar con objetos y simulaciones virtuales, los estudiantes pueden recibir comentarios en tiempo real sobre sus acciones y comprender las consecuencias de sus decisiones. Esto fomenta el aprendizaje activo y la resolución de problemas.

**3.- *Motivación y compromiso:*** El uso de la realidad aumentada en el aprendizaje de la física, química y electricidad puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes. La tecnología de RA crea un entorno inmersivo y atractivo que puede despertar el interés de los estudiantes, haciendo que el aprendizaje sea más atractivo y entretenido.

**4.- *Aprendizaje colaborativo:*** La realidad aumentada también puede facilitar el aprendizaje colaborativo. Los estudiantes pueden compartir experiencias y conocimientos al interactuar con objetos virtuales en entornos compartidos. Esto fomenta la discusión, la colaboración y el intercambio de ideas entre los estudiantes, lo cual es beneficioso para el aprendizaje en estas disciplinas.

Estas son solo algunas de las evidencias científicas que respaldan la utilidad de la realidad aumentada en el aprendizaje de la física, química y electricidad. Es importante tener en cuenta que el campo de la realidad aumentada está en constante evolución, y cada vez se realizan más investigaciones para explorar su potencial y efectividad en el contexto educativo.

La evidencia examinada sugiere que la RA es una tecnología innovadora con gran potencial para transformar los procesos educativos en la universidad. Permite nuevas formas de interacción y facilita la comprensión de conceptos complejos. Sin embargo, se requieren más investigaciones sobre su efectividad y mejoras en la usabilidad de las apps de RA. Esta tecnología emergente representa una oportunidad para complementar pedagogías activas como el aprendizaje basado en proyectos o problemas.

Desde estas apreciaciones la RA es una tecnología prometedora que tiene el potencial de revolucionar la educación. Sin embargo, es importante tener en cuenta los retos que presenta la RA a la hora de ser utilizada en educación. Con el desarrollo de la tecnología y el

aumento de la disponibilidad de contenido educativo, la RA se convertirá en una herramienta cada vez más importante en el aula.

La realidad aumentada es una tecnología en rápido crecimiento que combina el mundo virtual con el mundo real, permitiendo una interacción más inmersiva y enriquecida con el entorno. Los avances en realidad aumentada están revolucionando una amplia gama de industrias, incluyendo el entretenimiento, la educación, el comercio minorista, la medicina y la industria manufacturera.

La realidad aumentada ofrece nuevas formas de visualización de información y datos, lo que facilita la comprensión y la toma de decisiones en tiempo real. Los dispositivos móviles, como Smartphones y tablets, están impulsando el acceso generalizado a la realidad aumentada, volviéndola más accesible para los usuarios. La realidad aumentada mejora la experiencia del usuario al combinar elementos virtuales con el entorno físico, lo que puede resultar en interacciones más intuitivas y envolventes.

La realidad aumentada tiene el potencial de transformar la forma en que trabajamos, permitiendo colaboración remota, capacitación en tiempo real y asistencia en tareas complejas. Los avances en la tecnología de seguimiento y reconocimiento de objetos están mejorando la precisión y la estabilidad de la realidad aumentada, lo que resulta en experiencias más realistas y convincentes. La realidad aumentada está abriendo nuevas oportunidades para la publicidad y el marketing, al permitir la creación de campañas interactivas y experiencias de marca inmersivas.

La combinación de realidad aumentada y tecnologías como inteligencia artificial y redes 5G está impulsando aún más las capacidades y el potencial de esta tecnología. A medida que la realidad aumentada continúa evolucionando, es probable que veamos un mayor uso en áreas como el turismo, la arquitectura, el diseño de productos y la simulación de entrenamiento.

## Referencias

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*,

17(4), 133-149.

- Billinghamst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Billinghamst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272.
- Cózar-Gutiérrez, R., & Sáez-López, J. M. (2016). La realidad aumentada en la educación primaria, secundaria y bachillerato: Una revisión bibliográfica de investigaciones desde 2011. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 19(33), 1-18.
- Craig, A. B. (2013). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Newnes.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Garay, U., Tejada, E., & Castaño, C. (2017). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (59), 1-14.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2010). *Horizon report: 2010 K-12 edition*. The New Media Consortium.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., ... & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives: The development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- Kukulska-Hulme, A., & Traxler, J. (2009). Transforming learning with mobile devices and technologies. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 1(1), 1-15.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.
- Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: Principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.