

# ESTUDIO DE LA REALIDAD AUMENTADA EN TRANSMISIONES EN VIVO: UN ENFOQUE EN DESAFÍOS OPERATIVOS Y SOLUCIONES VIABLES

## STUDY OF AUGMENTED REALITY IN LIVE BROADCASTS: A FOCUS ON OPERATIONAL CHALLENGES AND VIABLE SOLUTIONS



**Juan David Llano Endara**

*Facultad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia*

*Recibido: 10/01/2024 Aprobado: 30/01/2024*

### RESUMEN

Este estudio aborda la integración de la realidad aumentada (RA) en transmisiones en vivo, enfocándose en identificar prácticas y estrategias que faciliten su implementación considerando aspectos técnicos, económicos y de capacitación. Basado en un marco teórico que explora la RA como una tecnología interactiva y su impacto en la narrativa visual, y utilizando una metodología cualitativa con un enfoque etnográfico, se realizaron entrevistas a profesionales del sector para comprender sus experiencias y desafíos. Los resultados revelaron que un proceso iterativo que incluye planificación detallada, pruebas exhaustivas y supervisión constante es clave para una integración eficiente. Entre los hallazgos más relevantes se identificaron estrategias para contextos con recursos limitados, como el uso de software accesible (Unity, Spark AR) y gráficos estáticos en lugar de animaciones complejas, además de la importancia de la capacitación técnica en diseño gráfico 3D, programación básica y manejo de software de RA. Asimismo, se destacó que la RA tiene un impacto positivo en la experiencia visual y la interacción con la audiencia, mejorando la presentación y comprensión de la información. El objetivo general se cumplió al ofrecer un marco de trabajo práctico y viable para la implementación de la RA, subrayando su potencial transformador en transmisiones en vivo y su capacidad para enriquecer la narrativa visual en los medios.

**Palabras clave:** medios de comunicación, realidad aumentada, sistemas audiovisuales, sistemas en tiempo real, tecnología de Broadcast, tracking, visualización de datos.

*Citación: Llano Endara, J. D. (2025). Estudio de la Realidad Aumentada en Transmisiones en Vivo: Un Enfoque en Desafíos Operativos y Soluciones Viables. Publicaciones E Investigación, 19(1). <https://doi.org/10.22490/25394088.8916>*

<sup>1</sup> correo est.juan.llano@unimilitar.edu.co, <https://orcid.org/0009-0000-1702-8198>

<https://doi.org/10.22490/25394088.8916>

## ABSTRACT

*This study addresses the integration of augmented reality (AR) in live broadcasts, focusing on identifying practices and strategies that facilitate its implementation, considering technical, economic, and training aspects. Based on a theoretical framework that explores AR as an interactive technology and its impact on visual storytelling, and using a qualitative methodology with an ethnographic approach, interviews were conducted with industry professionals to understand their experiences and challenges. The results revealed that an iterative process, including detailed planning, exhaustive testing, and constant supervision, is key to efficient integration. Among the most relevant findings, strategies were identified for contexts with limited resources, such as using accessible software (Unity, Spark AR) and static graphics instead of complex animations, along with the importance of technical training in 3D graphic design, basic programming, and AR software management. It was also highlighted that AR has a positive impact on the visual experience and audience interaction, improving the presentation and understanding of information. The overall objective was achieved by providing a practical and viable framework for AR implementation, emphasizing its transformative potential in live broadcasts and its ability to enrich visual storytelling in the media.*

**Key words:** *Audio-visual systems, augmented reality, Broadcast technology, data visualization, mass media, real-time systems, tracking.*



## 1. INTRODUCCIÓN

La tecnología de realidad aumentada (RA) ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, y su aplicación en la industria de la radiodifusión se ha vuelto cada vez más común puesto que permite superponer gráficos generados por

computadora al mundo real, lo que crea experiencias inmersivas y atractivas para los espectadores.

En particular, el uso de la RA en transmisiones en vivo ha abierto nuevas posibilidades para la narración de historias y la participación de la audiencia.



Figura 1. Ejemplo de uso de la RA en transmisiones en vivo para noticieros. Tomado de RCN Especial #USAElige.

La RA ha generado gran interés y ha encontrado aplicaciones en diversos campos, desde la industria hasta la educación. Su capacidad para fusionar el mundo real con información digital en tiempo real la ha convertido en una herramienta con un gran potencial transformador (Montenegro-Rueda & Fernández-Cerero, 2022). Sin embargo, su integración en ciertos ámbitos, como la industria de los medios de comunicación, especialmente en las transmisiones en vivo de noticieros, aún presenta desafíos que limitan su adopción generalizada.

Los orígenes de la RA se remontan a la industria, con ejemplos como el sistema desarrollado por Tom Caudell en Boeing en 1992 para asistir a los trabajadores en el ensamblaje de cables (Berumen López, Acevedo Sandoval & Reveles Gamboa, 2021). Este hito marcó el nacimiento de una tecnología que, con el tiempo, se extendería a otras áreas como la educación, la medicina, el turismo y, más recientemente, a los medios de comunicación.

La RA es una tecnología en constante evolución que ha pasado de aplicaciones industriales a un amplio abanico de usos en la educación, la medicina, el entretenimiento y otros campos. La investigación ha avanzado en el desarrollo de sistemas de RA más precisos, interactivos y accesibles. Se han explorado diferentes niveles de RA, desde la basada en marcadores hasta la basada en geolocalización.

En el ámbito educativo, especialmente en la educación superior, la RA ha demostrado ser una herramienta valiosa para mejorar la comprensión, la retención de conocimientos y el rendimiento académico (Álvarez Marín, 2023). En áreas como la ingeniería, la RA permite visualizar objetos en 3D y entender su funcionamiento, lo que facilita la comprensión de conceptos complejos. De igual manera, en medicina, se ha utilizado para la capacitación en procedimientos quirúrgicos, ofreciendo entornos simulados donde los estudiantes pueden practicar sin riesgo para los pacientes. Además, la RA ha mostrado ser efectiva para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, promoviendo el aprendizaje activo y colaborativo. A pesar

del creciente interés en la RA y su potencial en diversas áreas, su aplicación en las transmisiones en vivo, especialmente en el contexto de los noticieros, aún se encuentra en una fase incipiente. Si bien se han realizado algunas incursiones en este campo, existen dificultades que impiden su integración efectiva.

Un ejemplo tangible de esta problemática es la dificultad para sincronizar en tiempo real los gráficos, datos y animaciones de RA con la transmisión en vivo, aspecto crucial en la implementación de RA ya que se requiere una sincronización precisa en tiempo real entre el contenido virtual y el mundo real para una experiencia convincente. Esta dificultad se debe a la alta demanda de procesamiento y la necesidad de una integración fluida entre los sistemas de RA y los equipos de producción tradicionales. La falta de sincronización puede resultar en errores visibles que afectan la calidad de la transmisión y la credibilidad de la información presentada.

Las causas de esta problemática son multifacéticas. En primer lugar, la complejidad técnica inherente a la RA exige un alto nivel de conocimiento especializado en técnicas y procesos de producción (Doerner *et al.*, 2022). La curva de aprendizaje para el uso efectivo de las herramientas de RA es considerable, lo que implica una inversión significativa en capacitación para el personal técnico y creativo.

En segundo lugar, la producción de RA en tiempo real requiere equipos de alto rendimiento y recursos avanzados que no siempre están disponibles (Lindner *et al.*, 2021), especialmente para estudios pequeños o con recursos limitados. La incompatibilidad entre sistemas y plataformas también puede obstaculizar la integración efectiva de la RA.

Finalmente, el alto costo de los equipos, licencias de software y personal especializado representa una brecha económica importante para la adopción de la RA (Husár & Knapčíková, 2024). Esto limita el acceso a tecnologías avanzadas de producción, lo que a su vez impacta negativamente en la democratización de las técnicas audiovisuales innovadoras.

Como resultado de estas dificultades, la integración de la RA en las transmisiones en vivo se ve obstaculizada, lo que limita la capacidad de los medios de comunicación para crear entornos virtuales interactivos de alta calidad. La falta de acceso a la RA reduce la posibilidad de explorar nuevas formas de narrativa visual y limita la creatividad en las transmisiones.

Estos desafíos plantean la siguiente pregunta: ¿Cómo pueden los medios de comunicación prepararse adecuadamente para integrar la RA de manera efectiva en las transmisiones en vivo?

Hipótesis: una adecuada capacitación en las prácticas y procesos de producción de RA, combinada con una planificación estratégica de recursos y la exploración de soluciones de software y hardware rentables, permitirá una integración efectiva de la RA en las transmisiones en vivo.

Objetivo específico: identificar y analizar las mejores prácticas para la integración de la RA en la producción de transmisiones en vivo, considerando aspectos técnicos, económicos y de capacitación, con el fin de desarrollar un marco de trabajo que facilite su adopción efectiva en la industria de los noticieros.

Para esto es necesario conocer y analizar las leyes y teorías que sustentan esta tecnología y su aplicación en el ámbito de los medios de comunicación.

La RA, definida por Azuma como sistemas que combinan elementos reales y virtuales, interactivos en tiempo real y registrados en 3D (1997), se sitúa en el continuo de *realidad mixta* de Milgram & Kishino (1994), complementando la realidad sin reemplazarla.

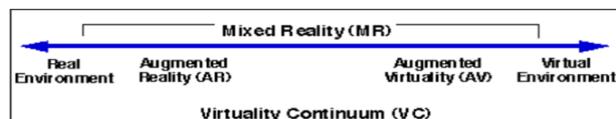


Figura 1. Reality-Virtuality Continuum. Fuente: Milgram y Kishino (1994)

Figura 2. Continuo realidad-virtualidad (tomado de Milgram & Kishino, 1994).

Este marco teórico es fundamental para la investigación, ya que define la naturaleza de la RA y sus características operacionales, claves para comprender su potencial y desafíos en transmisiones en vivo.

Flavián *et al.* (2019) demuestran que la interacción con contenido aumentado puede aumentar la percepción de presencia y el *engagement*, mejorando la comprensión y retención de información, crucial para enriquecer la experiencia del. A la vez, el modelo lineal de comunicación de Shannon & Weaver (1949), con sus cinco fases (emisor, mensaje, canal, receptor y ruido), permite analizar cómo la RA puede afectar cada etapa de la transmisión.

McLuhan (1964), con su famosa frase “el medio es el mensaje”, subraya cómo la naturaleza del medio influye en la percepción del mensaje. Su clasificación de medios “calientes” y “fríos” permite analizar cómo la RA, como medio interactivo, puede modificar la participación del espectador. Toffler (1993) y Jenkins (2006). aportan al análisis con sus conceptos de desmasificación y convergencia de medios, respectivamente. Estos autores contextualizan la integración de la RA en un panorama mediático cada vez más fragmentado, personalizado e interactivo, lo que impacta directamente en cómo se produce y consume la información en la actualidad.

Este marco de referencia multidisciplinario proporciona una base sólida para comprender el potencial de la RA para transformar las transmisiones en vivo y el contexto en el que se lleva a cabo esta implementación.

## 2. METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo principal de explorar la implementación de la tecnología de realidad aumentada en transmisiones en vivo, esta investigación utilizará un enfoque cualitativo con un método etnográfico. Este enfoque permitirá comprender las experiencias, prácticas y desafíos de los profesionales del sector audiovisual que trabajan con RA en su contexto real. Se

busca obtener información detallada y profunda sobre el proceso de implementación de la RA, las herramientas utilizadas, las dificultades encontradas y las soluciones aplicadas.

El proceso de intervención se basará en entrevistas en el campo a técnicos, productores y otros actores clave que participan en producciones con RA.

Las entrevistas seguirán un guion predefinido que abordará varias categorías clave, incluyendo las etapas del proceso de implementación de RA, desde la planificación hasta la ejecución de transmisiones en vivo. También se explorarán las herramientas tecnológicas, software y recursos humanos esenciales para la integración de RA, así como los desafíos técnicos, operativos y de capacitación, y las soluciones aplicadas. Se investigará cómo adaptar la implementación de RA en contextos con recursos limitados, las necesidades de formación y capacitación para los equipos técnicos, y los costos asociados a la implementación en producciones en vivo. Finalmente, se analizará la percepción de los profesionales sobre el impacto actual y futuro de la RA en el contexto colombiano.

A través de estas entrevistas, se espera obtener información sobre las prácticas, los conocimientos, las percepciones y las experiencias de los profesionales del sector. Se buscará identificar patrones, tendencias y estrategias utilizadas para la integración efectiva de la RA en transmisiones en vivo.

La selección de las entrevistas se realizará de manera intencional, buscando profesionales con experiencia comprobada en la implementación de RA en transmisiones en vivo, especialmente en noticieros. La información obtenida será tratada con absoluta confidencialidad siguiendo las normativas de *habeas data*. Los participantes tendrán pleno derecho a conocer y rectificar la información proporcionada, y su participación será completamente voluntaria. La recopilación y almacenamiento de datos se realizará de acuerdo con las leyes de protección de datos aplicables.

Se utilizará un formato de consentimiento informado para garantizar la transparencia y el respeto a la privacidad de los participantes. Este formato incluirá información sobre el objetivo de la investigación, el uso de los datos, la confidencialidad y los derechos de los participantes.

Para el análisis de las entrevistas se destacan cinco categorías clave. Se evaluará la eficiencia en las etapas de implementación para analizar la efectividad del proceso desde la planificación hasta la ejecución de la RA. Se examinará la adaptabilidad ante recursos limitados para entender cómo se ajusta la RA en contextos con restricciones. La categoría de superación de desafíos permitirá identificar soluciones a los problemas técnicos y operativos que surjan. Además, se analizará la satisfacción con la formación y capacitación de los equipos técnicos, y se investigará la percepción sobre el impacto de la RA en las transmisiones en vivo, con el fin de obtener una visión integral sobre su integración en los medios.

Estas entrevistas permiten obtener información directa y contextualizada sobre la integración de la RA en las transmisiones en vivo. El enfoque cualitativo y etnográfico es ideal para explorar las experiencias y procesos reales de los profesionales en tiempo real, capturando sus prácticas, desafíos y soluciones en el contexto de trabajo.

### 3. RESULTADOS

Las entrevistas realizadas a profesionales de la producción audiovisual revelan una visión optimista sobre el futuro de la realidad aumentada (RA) en las transmisiones en vivo y proponen diversas técnicas o alternativas para alcanzar resultados satisfactorios a pesar de las limitaciones anteriormente presentadas.

#### 3.1 Eficiencia en las etapas de implementación

En cuanto a la eficiencia en las etapas de implementación, los entrevistados describen un proceso que permite de forma eficiente trabajar con la RA, este proceso

comienza con una planificación detallada, seguida de la creación de contenido gráfico, pruebas exhaustivas y la supervisión constante durante la transmisión en vivo. Este proceso iterativo busca asegurar una integración fluida de la RA, minimizando errores y retrasos. Se destaca la importancia de la comunicación entre los miembros del equipo de producción, incluyendo productores, diseñadores, programadores y técnicos. Las alternativas propuestas se enfocan en simplificar el proceso de implementación, priorizando la planificación y la definición de objetivos claros desde el inicio. Se recomienda comenzar con proyectos pequeños y sencillos, con gráficos estáticos o visualizaciones de texto en lugar de animaciones complejas, para agilizar la producción y minimizar los riesgos de errores.

### 3.2 Adaptabilidad ante recursos limitados

Los profesionales sugieren estrategias para la implementación de la RA en contextos con restricciones presupuestarias. Estas estrategias incluyen el uso de software de AR gratuito o de bajo costo, como Unity con AR Foundation o Spark AR, y la simplificación del diseño y la implementación, enfocándose en gráficos estáticos o visualizaciones de texto en lugar de animaciones complejas. También se sugiere utilizar herramientas más accesibles como After Effects, que ofrece funciones de tracking para la edición de video sin necesidad de cámaras especializadas.

### 3.3 Superación de desafíos

Los entrevistados mencionan problemas comunes como el desajuste entre los gráficos de AR y el set físico debido a errores en el seguimiento de las cámaras, la sobrecarga de datos que puede causar retrasos y desincronizaciones, y la sensibilidad de los gráficos AR a cambios en el ángulo de la cámara, la iluminación o el entorno. Para solucionar estos problemas, se enfatiza la importancia de la calibración constante del sistema de *tracking*, la verificación del ancho de banda y la estabilidad de la conexión a Internet, y la realización de pruebas exhaustivas antes de la transmisión en vivo. En el caso de proyectos con recursos limitados o que no saben cómo sobrellevar estas dificultades los entrevistados buscan mitigar estos desafíos mediante la simplificación del diseño y la implementación. Al

enfocarse en proyectos más sencillos y realizar pruebas exhaustivas, se reduce la probabilidad de errores y se facilita la resolución de problemas.

### 3.4 Satisfacción con la formación y capacitación

Se mencionan la programación básica, el diseño gráfico, la manipulación de software de AR, el manejo de cámaras y sistemas de *tracking*, la integración de datos y la producción en vivo. Se subraya la necesidad de una sólida base en diseño gráfico, especialmente en 3D, y la capacidad de trabajar en equipo. Las alternativas propuestas para equipos con recursos limitados enfatizan la importancia de la formación y capacitación en áreas como diseño gráfico 3D, programación básica, manejo de cámaras y software de AR. Se resalta la necesidad de comprender los principios básicos de la RA y adquirir habilidades prácticas para la creación e integración de gráficos.

### 3.5 Percepción sobre el impacto de la RA en las transmisiones en vivo

Los entrevistados coinciden en que la RA justifica la inversión en trabajo, costo y equipo debido a su capacidad para mejorar la experiencia visual, aumentar la interacción con la audiencia y transmitir información de manera más dinámica y comprensible. A pesar de las limitaciones, los entrevistados mantienen una visión positiva sobre el impacto de la RA en las transmisiones en vivo, incluso en proyectos con recursos limitados. Se reconoce el potencial de la RA para mejorar la experiencia visual, aumentar la interacción con la audiencia y transmitir información de manera más dinámica y comprensible. Se sugiere que, incluso con gráficos simples, la RA puede generar un impacto significativo en la narrativa visual e invitan a que se impulse la producción de nuevos proyectos.

Los resultados obtenidos a través de las encuestas permiten identificar los principales problemas técnicos enfrentados por los profesionales en el campo de estudio. En particular, algunos de estos problemas se destacan por su frecuencia de aparición en las respuestas, tal como se observa en la Figura 3. El desajuste de posición entre los gráficos proyectados y el entorno físico resultó ser el inconveniente más comúnmente reportado, seguido por la sobrecarga de datos y las dificultades

asociadas con los cambios en la orientación y el ángulo de la cámara dentro del programa.

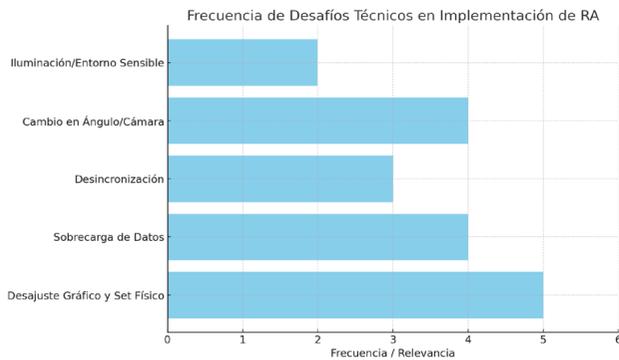


Figura 3. Gráfico de barras que muestra la frecuencia de los desafíos técnicos en la implementación de la realidad aumentada. Fuente: autoría propia.

Asimismo, los entrevistados destacaron diferentes enfoques para implementar correctamente la inteligencia artificial, basados en su experiencia y especialización. Sin embargo, como se ilustra en la Figura 4, todos coincidieron en varios puntos clave esenciales para el éxito del proyecto. Uno de los aspectos más destacados fue la fase de planificación, considerada por muchos entrevistados como el paso más crucial. En esta fase, se definen el alcance y los objetivos del proyecto, lo que permite establecer una visión clara de los resultados esperados. Además, en la planificación se lleva a cabo la delimitación de la información que se presentará a través de la Realidad Aumentada, lo cual asegura que los datos proporcionados sean relevantes, precisos y adecuados al contexto del proyecto.

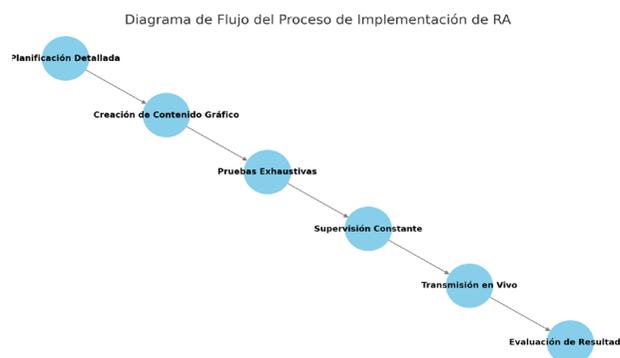


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de implementación de realidad aumentada en transmisiones en vivo. Fuente: autoría propia.

En la Figura 5 se presenta un gráfico que resume las principales alternativas identificadas por los profesionales entrevistados para implementar la realidad aumentada (RA) en transmisiones en vivo, a pesar de los desafíos técnicos y limitaciones de recursos. Entre las soluciones más destacadas, se encuentra el uso de software gratuito o de bajo costo, como Unity y Spark AR, lo cual permite a los equipos con presupuestos ajustados acceder a herramientas poderosas sin incurrir en grandes gastos. Además, se destacó la importancia de optar por gráficos estáticos en lugar de animaciones complejas, lo que facilita la integración de RA sin comprometer la calidad. Otras estrategias clave incluyeron la realización de pruebas exhaustivas antes de la transmisión en vivo para asegurar una implementación fluida, y la simplicidad en el diseño de los proyectos por ejemplo no usar *tracking* de cámaras con movimiento si no apoyarse en herramientas como After Effects que permite hacer *tracking* del espacio sin necesidad de sensores especiales, lo cual reduce los riesgos de errores técnicos. Finalmente, la capacitación técnica, especialmente en áreas como diseño gráfico 3D y programación básica, fue considerada crucial para garantizar la eficiencia en la ejecución de estas soluciones.



Figura 5. Gráfico de barras que muestra la frecuencia de las alternativas destacadas para implementar la realidad aumentada. Fuente: autoría propia.

#### 4. CONCLUSIONES

El análisis realizado confirma que el objetivo general de esta investigación se ha cumplido de manera satisfactoria, al identificar y analizar las mejores prácticas para la integración de la realidad aumentada (RA) en las transmisiones en vivo, considerando aspectos técnicos, económicos y de capacitación. Las entrevistas realizadas

a profesionales del sector permitieron profundizar en los desafíos específicos, como la sincronización en tiempo real y la accesibilidad tecnológica, así como proponer estrategias viables para su implementación en diferentes contextos, especialmente aquellos con recursos limitados.

La hipótesis planteada también ha resultado veraz. La adecuada capacitación en prácticas y procesos de producción de RA, junto con una planificación estratégica de recursos y el uso de soluciones de software y hardware accesibles, se perfilan como elementos clave para una integración efectiva. Las experiencias comparadas por los entrevistados respaldan esta afirmación y destacan la importancia de simplificar las implementaciones iniciales y garantizar una formación constante.

En cuanto a las dificultades propias de realizar esta investigación, se identificaron varios retos significativos. Entre ellos, la recopilación de información detallada de un campo técnico altamente especializado que, en ocasiones, carece de documentación formal accesible. Además, el acceso a profesionales con experiencia práctica en la implementación de RA en transmisiones en vivo resultó limitado, lo que requirió un esfuerzo adicional para identificar y contactar a los participantes adecuados. La falta de recursos para realizar pruebas experimentales más amplias también fue una barrera que restringió el alcance práctico del estudio. A pesar de estos retos, la metodología cualitativa adoptada permitió mitigar estas limitaciones al centrarse en la recolección de datos ricos y contextuales mediante entrevistas etnográficas.

En términos de futuros caminos de investigación, este estudio abre la puerta a explorar en mayor profundidad los siguientes aspectos: (1) el impacto de la RA en la interacción y comprensión de la audiencia en diferentes formatos de transmisión en vivo; (2) el desarrollo de soluciones específicas para la automatización de procesos de RA en transmisiones con recursos limitados; y (3) la evaluación del costo-beneficio a largo plazo de la implementación de la RA en medios de comunicación pequeños y medianos.

En conclusión, este estudio refuerza el potencial de la RA como una herramienta transformadora en la

industria de las transmisiones en vivo, destacando su capacidad para mejorar la narrativa visual y la experiencia del espectador, al tiempo que subraya las áreas clave para futuras mejoras y desarrollos.

## REFERENCIAS

- Álvarez Marín, A. (2023). *Aceptación tecnológica de la realidad aumentada en la formación de ingenieros en educación superior*. (Tesis de grado). Universidad Rey Juan Carlos. <https://hdl.handle.net/10115/28232>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Berumen López, E., Acevedo Sandoval, S. & Reveles Gamboa, S. (2021). Realidad aumentada como técnica didáctica en la enseñanza de temas de cálculo en la educación superior: Estudio de caso. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22), <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.890>
- Doerner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B. (2022). *Virtual and augmented reality (VR/AR): Foundations and methods of extended realities (XR)*. Springer International Publishing. <https://books.google.com.co/books?id=hwdZEEAAQBAJ>
- Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S. & Orús, C. (2019). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, 100, 547-560. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>
- Husár, J. & Knapčíková, L. (2024). Implementation of augmented reality in smart engineering manufacturing: Literature review. *Mobile Networks and Applications*, 29(1), 119-132. <https://doi.org/10.1007/s11036-023-02121-x>
- Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. NYU Press.
- Lindner, C., Ortwein, A., Staar, K. & Rienow, A. (2021). Different levels of complexity for integrating textured extra-terrestrial elevation data in game engines for educational augmented and virtual reality applications. *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, 71(4), 253-267. <https://doi.org/10.1007/s42489-021-00090-3>
- McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. Gingko Press.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329. [https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram\\_IEICE\\_1994.pdf](https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf)
- Montenegro-Rueda, M. & Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 95-114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication* (Vol. 1). University of Illinois Press.
- Toffler, A. (1993). *La tercera ola*. Plaza & Janés.