

# **Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud en Radiología**

Alejandra Narváez Gutiérrez

Mónica Milena Morales García

Asesor

Luis Fernando Gómez Ortega

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

## **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestro amado Dios por habernos dado la fuerza, la sabiduría y la constancia necesaria para completar esta monografía. Su guía ha sido fundamental en cada paso del camino, y le damos gracias por permitirnos alcanzar este logro académico.

Queremos dar las gracias a nuestro tutor Luis Fernando Gómez, por su experta orientación, apoyo y paciencia en todo este proceso. Sus comentarios, sugerencias, ayudas y consejos fueron invaluable para mejorar este trabajo durante la investigación y redacción.

A nuestra Universidad Nacional Abierta y a Distancia tanto por el apoyo, como por los recursos proporcionados durante la elaboración de esta monografía. La escuela de ciencias de la salud, ha sido fundamental en nuestra trayectoria académica y nos ha proporcionado los instrumentos requeridos para realizar la investigación y desarrollar nuestras habilidades. Además, queremos agradecer a la biblioteca universitaria por concedernos acceso a una amplia gama de literatura académica.

Agradecemos a nuestra familia por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante todo este tiempo. Su aliento fue nuestra mayor motivación para seguir adelante y completar este proyecto.

Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a nuestros amigos y seres queridos por su ánimo, comprensión y palabras de esperanza en los momentos más difíciles. Su apoyo significó mucho para nosotras y fue fundamental para llegar hasta aquí.

## Resumen

La realidad aumentada fusiona elementos reales con elementos virtuales para crear experiencias interactivas en tiempo real, aplicando información digital sobre la vista del espacio real mediante herramientas como teléfonos inteligentes, tablets, gafas especiales y/o cámaras. Su evolución ha sido notable, compitiendo con tecnologías como la realidad mixta y realidad virtual, y tiene aplicaciones en entretenimiento, industria, educación y salud.

En educación, la realidad aumentada cambia la forma en que los estudiantes aprenden y los profesores enseñan, proporcionando experiencias absorbentes que hacen más fácil la comprensión de algunos conceptos difíciles. En salud, la realidad aumentada mejora el aprendizaje de expertos y el entendimiento de los pacientes acerca de su salud al combinar elementos virtuales con el entorno físico, permitiendo visualizar modelos 3D y trabajar destrezas médicas en un espacio seguro. En radiología, la realidad aumentada mejora el conocimiento de las imágenes médicas y permite practicar procedimientos de forma virtual y segura, ofreciendo una experiencia de aprendizaje más envolvente y efectiva. A pesar de algunos desafíos, se espera que la RA continúe avanzando, ofreciendo herramientas más sofisticadas y accesibles en el futuro.

**Palabras Clave.** Radiología, realidad virtual o realidad aumentada, educación, educación en ciencias de la salud.

### **Abstract**

Augmented reality combines elements of the real world with virtual components to create interactive experiences in real time, applying digital information onto the view of the real space through devices such as smartphones, tablets, special glasses, or cameras. Its evolution has been remarkable, competing with technologies such as virtual reality and mixed reality, and has applications in entertainment, industry, education, and health.

In education, augmented reality transforms the way students learn and teachers teach, providing absorbing and interactive experiences that facilitate the understanding of complex concepts. In health, augmented reality improves the training of experts and the understanding of patients about their health by combining virtual elements with the physical environment, allowing visualization of 3D models and practicing medical skills in a safe environment. In radiology, augmented reality enhances the understanding of medical images and allows practicing procedures virtually and safely, offering a more engaging and effective learning experience. Despite some challenges, AR is expected to continue advancing, offering more sophisticated and accessible tools in the future.

**Keywords.** Radiology, virtual reality or augmented reality, education, health sciences education.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	8
Objetivos.....	11
Objetivo General .....	11
Objetivos Específicos.....	11
Introducción a la Realidad Aumentada .....	12
¿Qué es la Realidad Aumentada? .....	12
Tecnologías Competidoras de la Realidad Aumentada.....	13
Realidad Aumentada y su Interacción con la Inteligencia Artificial .....	14
Aplicaciones de la Realidad Aumentada.....	16
Realidad Aumentada en Aplicaciones de Entretenimiento .....	16
Realidad Aumentada en Publicidad y Marketing.....	17
Realidad Aumentada en Arquitectura y Diseño .....	18
Realidad Aumentada en Turismo y Viajes.....	18
Realidad Aumentada en Diseño Industrial y Fabricación.....	19
Aplicaciones de la Realidad Aumentada en Educación .....	20
Realidad Aumentada en Libros de Texto Interactivos.....	21
Realidad Aumentada en Exploración de Objetos y Lugares Históricos.....	21
Realidad Aumentada en Simulaciones y Experimentos.....	21
Realidad Aumentada en Aprendizaje de Idiomas.....	22
Realidad Aumentada en Entrenamiento en Habilidades Prácticas .....	22
Beneficios de la Realidad Aumentada en Educación.....	23
Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud.....	25

¿Qué son las Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud?.....	25
Tecnologías que Trabajan Juntas en las Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud.....	26
Realidad Aumentada en Sensores de Seguimiento de Posición.....	26
Realidad Aumentada en Dispositivos de Entrada Háptica.....	27
Realidad Aumentada en Dispositivos de Seguimiento Ocular.....	27
Realidad Aumentada en Sistemas de Seguimiento de Gestos.....	27
Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud más Destacadas.....	28
Realidad Aumentada en Visualización Anatómica en 3D.....	28
Realidad Aumentada en Simulaciones Médicas.....	28
Realidad Aumentada en Educación del Paciente.....	28
Realidad Aumentada en Formación en Habilidades Clínicas.....	29
Realidad Aumentada en Libros de Texto Interactivos.....	29
Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud en Radiología.....	29
¿Qué es la Realidad Aumentada en Educación en Radiología?.....	30
¿En qué Consiste la Realidad Aumentada en Educación en Radiología?.....	31
¿Qué Tecnologías son sus Complementos?.....	31
Aplicaciones de la Realidad Aumentada en Educación en Radiología.....	32
Desventajas de la Realidad Aumentada en Educación en Radiología.....	34
Costo.....	34
Requerimientos técnicos.....	34
Curva de aprendizaje.....	35
Limitaciones tecnológicas.....	35
Interrupciones.....	35

Conclusiones.....	36
Referencias Bibliográficas .....	38

## Introducción

La realidad aumentada mezcla elementos de lo real con componentes virtuales para crear experiencias interactivas en tiempo real. Se aplica información digital como imágenes, sonidos, videos o gráficos, sobre la vista del espacio real mediante de dispositivos como gafas especiales, tablets y/o o cámaras. La evolución en la realidad aumentada ha sido notable, desde sus inicios en áreas de investigación en el periodo de 1960 hasta su adopción generalizada en la década de 2010 y su continuo avance en la actualidad. La realidad aumentada compite con ciencias aplicadas como la realidad virtual, que genera entornos digitales aislados del mundo real, y la realidad mixta, que integra objetos virtuales de forma más natural en el entorno físico del usuario. Estas tecnologías, aunque competidoras, también pueden complementarse en diversos contextos. La realidad aumentada tiene grandes aplicaciones en diversos aspectos que abarcan desde el entretenimiento hasta la industria y la educación. Su evolución continua está cambiando la forma en que interactuamos con lo real y ofrece un amplio potencial para el futuro.

Las aplicaciones en educación brindan experiencias absorbentes e interactivas que permiten a los alumnos investigar conceptos abstractos y complejos de forma más perceptible y visualmente estimulante. Las aplicaciones de realidad aumentada en educación se utilizan para una variedad de contextos y disciplinas, desde la enseñanza de conceptos científicos y matemáticos hasta la exploración de obras de arte y lugares históricos. Algunos ejemplos de aplicaciones de realidad aumentada en educación incluyen libros de texto interactivos, exploración de objetos y lugares históricos, simulaciones y experimentos, aprendizaje de idiomas y entrenamiento en habilidades prácticas. Entre los beneficios que incluyen es fomentar un aprendizaje más activo y participativo, mejorar la retención del conocimiento, hacer que el aprendizaje sea más accesible para estudiantes con discapacidades, incrementar el interés, la dedicación de los alumnos, y facilitar a los educadores adaptar la enseñanza según las particularidades de cada estudiante. Ahora bien, las aplicaciones de realidad aumentada en educación en salud desempeñan un papel crucial al mejorar tanto la formación de expertos en salud como el entendimiento de los pacientes que tienen acerca de su salud. Al combinar

elementos digitales con el espacio físico, la realidad aumentada crea experiencias educativas y prácticas que mejoran la agudeza de conceptos médicos complicados y promueven una mejor toma de decisiones clínicas. La importancia de estas aplicaciones radica en su capacidad para innovar la forma en que se educa y se adquiere conocimiento en el campo de la salud. Permiten a los estudiantes visualizar y manipular modelos 3D de estructuras anatómicas y procesos biológicos, lo que proporciona la comprensión de la información y la retención. Además, ofrecen la posibilidad de practicar destrezas clínicas y procedimientos médicos en un entorno virtual y seguro, lo que ayuda a adquirir experiencia práctica sin poner en riesgo la integridad de los pacientes. Estas aplicaciones también se utilizan para mostrar a las pacientes visualizaciones en 3D de su condición médica, lo que les ayuda a comprender mejor su enfermedad y las opciones de tratamiento disponibles.

Unas de las aplicaciones de realidad aumentada más destacadas en salud incluyen visualización anatómica en 3D, simulaciones médicas, educación del paciente, formación en habilidades clínicas y libros de texto interactivos. Estas aplicaciones están transformando la forma en que los alumnos y expertos médicos aprenden y practican en el ámbito de la salud, mejorando la formación y la habilidad médica a nivel global. Las tecnologías que trabajan juntas en estas aplicaciones incluyen sensores de seguimiento de posición, dispositivos de entrada háptica, técnicas de seguimiento del sistema óptico y sistemas de seguimiento de gestos. Estas tecnologías permiten una interacción más intuitiva y una gran impresión de sumergirse en el entorno de realidad aumentada. Por otro lado, la realidad aumentada en radiología es una tecnología que fusiona componentes del entorno físico con componentes virtuales para desarrollar el aprendizaje y la enseñanza en radiología médica. Se utiliza para superponer información digital, como imágenes médicas, gráficos 3D o datos relevantes, sobre imágenes radiológicas reales o simuladas. Ofrece beneficios como mejorar la comprensión de las estructuras anatómicas, practicar procedimientos y diagnósticos en un entorno virtual y personalizar la experiencia de estudio según las necesidades de los alumnos. Es una herramienta poderosa que mejora las capacidades en interpretación de imágenes médicas y la práctica clínica,

al tiempo que propone una práctica de aprendizaje más envolvente y efectiva. Puede utilizarse para superponer modelos 3D de estructuras anatómicas sobre imágenes radiológicas, instaurar aplicaciones interactivas para investigar casos clínicos y patologías, y proporcionar información y orientación visual durante procedimientos médicos en tiempo real. La realidad aumentada en radiología ofrece una mejor comprensión de las imágenes médicas, la posibilidad de practicar procedimientos de manera segura.

Las tecnologías complementarias que pueden mejorar la aplicación de realidad aumentada en radiología incorporan la inteligencia artificial para mejorar la precisión del reconocimiento de imágenes, la realidad virtual para proporcionar entornos virtuales más inmersivos, la impresión 3D para crear modelos físicos de estructuras anatómicas y la realidad mixta para experiencias más realistas. Estas tecnologías ofrecen entornos más precisos y colaborativos para el estudio y la práctica clínica.

Algunas aplicaciones destacadas de la realidad aumentada en radiología incluyen visualización de imágenes médicas en 3D, superposición de información sobre imágenes radiológicas, acceso a contenido educativo desde cualquier lugar, entrenamiento en interpretación de imágenes avanzadas y simulación de enfermedades y patologías. Aunque tiene sus ventajas, la ejecución de la realidad aumentada puede ser costosa y requerir dispositivos y conexiones a Internet adecuadas. Además, puede tener una curva de aprendizaje complicada y enfrentar limitaciones tecnológicas, de privacidad y seguridad. Sin embargo, se espera que la tecnología RA en educación en radiología siga avanzando y mejorando en el futuro, ofreciendo herramientas más sofisticadas y accesibles.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar un documento que permita evidenciar la implementación en realidad aumentada en la educación en radiología.

### **Objetivos Específicos**

Investigar el uso actual de la realidad aumentada en radiología.

Analizar las principales ventajas y desventajas de la realidad aumentada en la salud, especialmente en radiología.

Analizar las aplicaciones de realidad aumentada en educación en radiología.

## Introducción a la Realidad Aumentada

A continuación, se explicarán los elementos clave que ayudarán a entender mejor el significado de la Realidad Aumentada, el capítulo se desarrolla de la siguiente manera; primero, se aborda la definición de la Realidad Aumentada, en adelante RA, segundo, las tecnologías competidoras, y finalmente la RA y su interacción con la Inteligencia Artificial.

### ¿Qué es la Realidad Aumentada?

La RA es una técnica que mezcla elementos de lo real con componentes virtuales, creando una práctica interactiva en tiempo real. La RA aplica información digital, así como imágenes, sonidos, videos o gráficos, sobre la vista del espacio real implementada en un dispositivo, como un teléfono inteligente, una Tablet, unas gafas especiales o una cámara (Berrio, 2020).

Algunos ejemplos comunes de RA incluyen aplicaciones de juegos que permiten interactuar a jugadores con personajes y elementos virtuales en entornos del mundo real, empleo de navegación que incorporan direcciones y sitios de utilidad en el campo de visión de la persona mientras se traslada por la ciudad, herramientas de diseño que permiten a los arquitectos y diseñadores ver modelos 3D en escala real en el entorno que los rodea (Aguilar et al., 2023).

La evolución de la RA, ha sido notable a lo largo de los años, y ha experimentado avances significativos en términos de tecnología, aplicaciones y adopción. A continuación, se muestran algunos de los años más destacados en la evolución de la RA:

**Década de 1960-1970.** Los primeros conceptos de RA surgieron en laboratorios de investigación, donde se desarrollaron sistemas primitivos que superponían información digital en pantallas de cascos de visión. Estos sistemas eran grandes y costosos, y se centraban en aplicaciones de investigación (Almonte, 2020).

**Década de 1990.** La RA comenzó a avanzar hacia aplicaciones más comerciales y de entretenimiento en esta década, también surgieron dispositivos de mano que permitían a los usuarios ver información digital superpuesta en el mundo real. (García et al., 2024).

**Década de 2000.** Con el aumento de la potencia informática y la proliferación de dispositivos móviles, la RA se hizo más accesible para el público en general. Aplicaciones de Smartphones, como juegos y aplicaciones de navegación, comenzaron a aparecer marcadores visuales, como códigos QR, que se utilizaron para alinear los elementos virtuales en el mundo real (Rodríguez et al., 2021).

**Década de 2010.** La RA experimentó un crecimiento significativo en esta década. Grandes empresas tecnológicas, como Apple y Google, lanzaron plataformas ARKit y ARCore, para permitir a los creadores establecer aplicaciones de RA para dispositivos iOS y Android. Esto impulsó una amplia adopción de RA en aplicaciones de entretenimiento, educación, comercio y más (Caldera, 2014).

**Década de 2020 en Adelante.** Continuó avanzando con el desarrollo de Hardware específico, como gafas RA, que ofrecen experiencias más inmersivas y prácticas. Además, la pandemia de COVID-19 aceleró el interés y la fascinación en la RA para aplicaciones de teletrabajo, educación a distancia y compras en línea. Se espera que la RA siga creciendo y extendiéndose en ámbitos tales como la medicina, industria, entretenimiento y el diseño (Almonte, 2020).

### **Tecnologías Competidoras de la Realidad Aumentada**

La RA se encuentra en un ecosistema tecnológico que incluye diversas herramientas complementarias y, en algunos casos competidoras. Algunas de estas tecnologías son la Realidad Virtual, en adelante RV, se refiere a una tecnología que genera un entorno digital que aísla al usuario del entorno real. Utiliza instrumentos tales como gafas o cascos especiales para sumir al usuario en un entorno simulado en 3D. La RV se basa en la idea de transportar al usuario a un mundo completamente diferente del mundo real, generando una sensación de presencia en ese entorno virtual (Zambrano, 2023).

La RV no puede ver su entorno físico real mientras está inmerso en la RV, mientras que en la RA superpone información digital, como sonidos, imágenes, videos, entre otros

componentes virtuales en el mundo real. El usuario aún puede ver y experimentar su entorno físico, pero con elementos virtuales superpuestos (Sutherland et al., 2019).

Otra tecnología competidora es la Realidad Mixta, en adelante RM, que busca integrar de forma más natural los objetos virtuales en el ambiente físico del usuario, accediendo a interacciones más realistas y contextuales, de modo que los objetos virtuales puedan interactuar con los objetos reales y viceversa. Mientras que en la RA los objetos virtuales se superponen al entorno real, pero generalmente no interactúan de manera tan integrada con los objetos físicos. La RA agrega información digital al mundo real pero los objetos virtuales no suelen interactuar físicamente con los objetos reales.

Si bien, estas tecnologías también pueden complementar la realidad aumentada, pero compiten en términos de recursos, atención del usuario y adopción en el mercado. La forma en que estas tecnologías interactúan y se integran entre sí seguirá siendo un área importante de desarrollo en el futuro (Martínez et al., 2021).

### **Realidad Aumentada y su Interacción con la Inteligencia Artificial**

Para profundizar en la interacción entre la RA y la inteligencia artificial, en adelante IA, es importante comprender cómo estas tecnologías se complementan y cómo están siendo utilizadas en diversas aplicaciones. A continuación, se presenta una explicación sobre estas interacciones.

La RA superpone información digital a través de la tecnología como datos, videos o imágenes, sobre el mundo de la realidad. Se utiliza comúnmente en aplicaciones móviles y dispositivos especiales para ofrecer experiencias interactivas y enriquecedoras. Por otro lado, la IA se define como la habilidad de las máquinas para aprender y ejecutar actividades que generalmente implican inteligencia humana como identificar patrones, tomar decisiones y comprender el lenguaje humano de manera natural (Anaconda et al., 2019). La interacción entre la RA y la IA es fundamental para mejorar la experiencia del usuario y ampliar las capacidades de ambas tecnologías. Una forma en que la RA y la IA interactúan es a través del reconocimiento de objetos y escenas. La IA puede ayudar a identificar objetos en el mundo real y proporcionar

información contextual relevante en tiempo real. Esto es útil en aplicaciones de navegación, donde la IA puede identificar edificios y calles para ofrecer indicaciones precisas (Barroso, 2022).

Otra área de interacción es la personalización y recomendaciones. La IA puede utilizar datos sobre el usuario como preferencias y comportamientos pasados para personalizar la experiencia de RA. Por ejemplo, en aplicaciones de compra la IA puede recomendar productos apoyados en el historial de compras del usuario. La interacción entre RA e IA tiene diversas aplicaciones en campos como la salud, el entretenimiento, la industria y la educación. En educación por ejemplo, la RA logra utilizarse para crear experiencias de enseñanza interactivas, mientras que la IA puede adaptar el contenido educativo según las necesidades y preferencias del estudiante. En el ámbito de la salud pueden combinarse para crear aplicaciones que ayuden a los profesionales en salud a emitir diagnósticos mucho más precisos y a ofrecer atenciones personalizadas, más adelante se abordará con más profundización este tema. Por ejemplo, en radiología la RA puede sobreponer imágenes médicas en tiempo real, mientras que la IA puede ayudar a identificar anomalías y proporcionar recomendaciones de tratamiento (Cárdenas et al., 2018).

En el sector industrial, la interacción puede utilizarse para optimizar la eficacia en el diseño de productos y la fabricación. La RA puede mostrar información sobre el proceso de fabricación en tiempo real, mientras que la IA puede analizar datos para identificar áreas de mejora y optimización (Maldonado et al., 2020).

## **Aplicaciones de la Realidad Aumentada**

Las aplicaciones de RA, se refieren a programas informáticos diseñados para sobreponer contenido digital, como videos, imágenes, sonidos o gráficos 3D sobre el entorno real. Esta tecnología combina elementos del mundo virtual con el espacio físico del usuario estableciendo una experiencia interactiva que puede ser percibida mediante dispositivos como smartphones, tablets, gafas inteligentes o cascos de RA.

Las aplicaciones de RA son importantes por varias razones clave que abarcan desde la mejora de la práctica del usuario hasta el impulso de la innovación en diversas industrias. Ruiz (2011), señala que la RA ha demostrado ser una tecnología versátil y poderosa con la capacidad de transformar la manera en que se relacionan con el mundo real. Utiliza la información del entorno físico del usuario como la ubicación y la orientación, para superponer y anclar objetos virtuales de manera precisa en el medio real. Esto facilita a los usuarios relacionarse con estos objetos como si fueran parte del entorno físico, lo que abre amplias posibilidades en diferentes áreas algunas de las más interesantes serán abordadas a continuación.

### **Realidad Aumentada en Aplicaciones de Entretenimiento**

Las aplicaciones de RA para visualización de contenido se han convertido en una manera innovadora de disfrutar del entretenimiento, ya que permiten a las personas interactuar con los contenidos de una manera que antes no era posible. Algunos ejemplos de aplicaciones de entretenimiento en RA incluyen juegos, experiencias interactivas y experiencias de visualización de contenido, en adelante se exponen algunos ejemplos.

Algunas de las aplicaciones más comunes de entretenimiento en RA es el juego Pokémon GO que permite a los jugadores capturar Pokémon en entornos del mundo real utilizando la cámara de sus dispositivos móviles. Este juego ha demostrado el potencial de la RA para crear experiencias de juego altamente interactivas y socialmente enriquecedoras. Otro ejemplo destacado son las aplicaciones de maquillaje virtual, que permiten a los usuarios probar diferentes productos de maquillaje y ver cómo les quedarían en tiempo real utilizando la cámara

de su dispositivo. Estas aplicaciones ofrecen una forma divertida y segura de experimentar con diferentes looks y colores de maquillaje antes de realizar una compra.

Juegos de mesa y de cartas con componentes de RA que agregan elementos digitales a la práctica física. Experiencias de escape room y juegos de aventuras que utilizan RA para crear desafíos y rompecabezas interactivos en el mundo real (Solano et al., 2015). Además, la RA se utiliza en el entretenimiento para crear experiencias interactivas en eventos en vivo, parques temáticos y museos. También permiten a los usuarios escanear códigos QR en exhibiciones para permitir el acceso a contenido extra, como animaciones, videos o información adicional sobre las obras de arte o artefactos en exhibición (Solano et al., 2015).

### **Realidad Aumentada en Publicidad y Marketing**

Las aplicaciones de RA en publicidad y marketing han cambiado la forma en que las empresas se relacionan con los consumidores ofreciendo experiencias más dinámicas y personalizadas. Una de las aplicaciones más conocidas de la RA en esta área son las de prueba virtual de productos que permiten probarlos virtualmente teniendo un impacto anticipado en el consumidor, en la actualidad se emplea esta técnica para la venta de productos como gafas de sol, maquillaje, muebles y ropa. Esta función ayuda a los clientes a tomar decisiones más acertadas y reduce la necesidad de devoluciones (Ricardo et al., 2021).

Otra aplicación popular de la RA en publicidad y marketing son las campañas de activación de marca. Estas campañas utilizan la RA para crear experiencias participativas y memorables que aumentan el compromiso del cliente con la marca. Por ejemplo, algunas marcas han creado aplicaciones de RA permitiendo a los usuarios escanear sus productos para acceder a contenido exclusivo como videos detrás de escena o descuentos especiales. Adicionalmente, la RA se utiliza en publicidad impresa y digital para crear experiencias más atractivas. Algunas revistas utilizan la RA para superponer contenido digital como videos o enlaces interactivos, sobre las páginas impresas, lo que aumenta la participación de los lectores y proporciona información adicional sobre los productos anunciados (Barzallo S & Barzallo P, 2019).

### **Realidad Aumentada en Arquitectura y Diseño**

Las aplicaciones de RA en arquitectura y diseño han transformado la forma en que los profesionales de estos campos visualizan y presentan sus proyectos. Una de las aplicaciones más destacadas de la RA en este ámbito es la visualización de modelos arquitectónicos en entornos físicos. Los arquitectos y diseñadores pueden utilizar aplicaciones de RA para superponer modelos 3D de edificios, muebles o espacios interiores en entornos físicos, lo que les permite visualizar cómo se verán los proyectos una vez completados y realizar ajustes en tiempo real (Aguilera & Guillermo, 2013).

Otro ejemplo de la RA en arquitectura y diseño es la visualización de cambios en tiempo real. Los profesionales pueden utilizar aplicaciones de RA para mostrar a los clientes cómo se verían diferentes materiales, colores o diseños en un espacio antes de realizar cambios físicos lo que ayuda a estimular el proceso de tomar decisiones y a garantizar la satisfacción del cliente (Suárez et al., 2020).

### **Realidad Aumentada en Turismo y Viajes**

Las aplicaciones de RA en turismo y viajes están modificando la manera en que los usuarios exploran y experimentan nuevos destinos. En este campo las aplicaciones de guía turística utilizan la tecnología de RA para proporcionar información contextualizada sobre puntos de atención, monumentos históricos y lugares de interés cercanos a través de la cámara del dispositivo móvil del usuario. Esto permite a los viajeros obtener información en tiempo real sobre su entorno y enriquecer su experiencia turística.

Algunas aplicaciones de RA utilizan la tecnología de geolocalización para superponer indicaciones de navegación y rutas turísticas en tiempo real sobre el entorno físico del usuario lo que facilita la navegación en entornos desconocidos y ayuda a los viajeros a encontrar su camino de manera más eficiente. Además, la RA se utiliza en la visualización de destinos turísticos y experiencias virtuales. Algunas agencias de viajes pueden utilizar la RA para ofrecer a los clientes una vista previa de los hoteles, resorts y destinos turísticos antes de realizar una reserva, lo que ayuda a los viajeros a decidir sobre sus viajes (Vinueza & Zambrano, 2023).

## **Realidad Aumentada en Diseño Industrial y Fabricación**

Las aplicaciones de RA en diseño industrial y fabricación están revolucionando la forma en que se producen, diseñan y comercializan productos. Una de las aplicaciones que puede utilizar la RA en este campo es la visualización de productos en entornos reales. Los diseñadores e ingenieros pueden utilizar aplicaciones de RA para superponer modelos 3D de productos en entornos físicos lo que les permite visualizar cómo se verán los productos una vez fabricados y si es necesario se realizan ajustes en el entorno real (Ruiz, 2023). También ayuda a mejorar la eficiencia en el proceso de diseño. Los profesionales pueden utilizar aplicaciones de RA para colaborar en tiempo real en el diseño de productos, realizar análisis de prototipos virtuales y simular el rendimiento de los productos antes de la producción, lo que ayuda a disminuir los costos y los tiempos de desarrollo.

Finalmente, la RA se utiliza en la formación y la capacitación de trabajadores en el sector industrial. Los trabajadores pueden utilizar aplicaciones de RA para simular situaciones de trabajo y practicar procedimientos de forma segura y eficiente lo que ayuda a optimizar la seguridad en el sitio de trabajo y a mitigar los errores humanos (Pérez & Espinosa, 2022).

Como se observó en el presente capítulo la RA tiene grandes aplicaciones en diversos aspectos que abarcan tanto desde el entretenimiento, la industria y educación, siendo la educación uno de los principales nichos de evolución de esta, en el siguiente capítulo se profundiza sobre la RA en formación.

## **Aplicaciones de la Realidad Aumentada en Educación**

Las aplicaciones de RA en educación abarcan un conjunto de programas creados para perfeccionar el aprendizaje y la enseñanza. Estos productos software sobreponen elementos virtuales en el ambiente físico del usuario en tiempo real, esto permite a los alumnos interactuar con el contenido educativo de forma más envolvente y práctica, esto puede contribuir a incrementar la retención y comprensión de la información (Hernán et al., 2021).

La RA ha adquirido un gran impacto en el espacio educativo, cambiando la manera en que los estudiantes adquieren conocimiento y los maestros educan. La RA brinda experiencias absorbentes e interactivas que permiten a los alumnos investigar conceptos complejos de forma más tangible y visualmente estimulante. En este capítulo se explican las aplicaciones de la realidad aumentada en educación y sus beneficios.

Las aplicaciones de RA en educación se emplean en una diversidad de contextos y disciplinas, desde la enseñanza de conceptos científicos y matemáticos hasta la exploración de obras de arte y lugares históricos. Por ejemplo, en ciencias los estudiantes pueden utilizar aplicaciones de RA para explorar modelos 3D de moléculas o sistemas planetarios lo que les permite visualizar conceptos indeterminados de una manera más concreta y comprensible. En historia los estudiantes pueden utilizar aplicaciones de RA para explorar lugares históricos y eventos lo que les ayuda a contextualizar y comprender mejor la información (Montenegro & Fernández, 2022). Según Garriazo et al., (2022), Una de las fortalezas de las aplicaciones de RA en educación es su habilidad para adaptar el aprendizaje y ajustarse a las necesidades específicas de cada alumno.

Los docentes pueden emplear estas aplicaciones para proporcionar contenido educativo en diversos formatos y niveles de dificultad lo que posibilita que los alumnos aprendan a su propio estilo y ritmo. Además, las aplicaciones de RA ayudan a descubrir que el proceso de enseñanza sea más participativo y entretenido lo que puede incrementar la estimulación y el compromiso de los estudiantes. A continuación, se describen algunas aplicaciones en el área de la educación.

### **Realidad Aumentada en Libros de Texto Interactivos**

Los libros de texto interactivos con RA representan una evolución significativa en la forma en que los alumnos se relacionan con el contenido educativo. Estos libros utilizan la tecnología de RA para superponer elementos digitales, como imágenes, videos, modelos 3D o enlaces interactivos, sobre las páginas impresas, lo que permite a los alumnos acceder a contenido multimedia enriquecido utilizando un dispositivo compatible como un smartphone o una tableta. Una de las ventajas principales de los libros de texto interactivos con RA es que hacen que el aprendizaje sea más visual y atractivo. Por ejemplo, los alumnos pueden escanear una imagen en el libro de texto con una aplicación de RA y ver una animación en 3D que muestra cómo funciona un proceso científico o cómo se desarrolla un evento histórico. Esto ayuda a los estudiantes a entiendan conceptos abstractos de una forma más concreta y memorable (Oyarvide & Quiroz, 2019).

### **Realidad Aumentada en Exploración de Objetos y Lugares Históricos**

La RA ha cambiado la forma en que los alumnos exploran objetos y lugares históricos, ofreciendo experiencias interactivas que permiten a los alumnos sumergirse en la historia de una manera única. La RA se utiliza en la educación para enseñar a los estudiantes sobre objetos y lugares históricos de una manera más dinámica y visualmente estimulante. Los estudiantes pueden utilizar aplicaciones de RA para explorar modelos 3D de artefactos y lugares históricos lo que les permite visualizar conceptos históricos de una manera más concreta y comprensible (Solano, 2021).

### **Realidad Aumentada en Simulaciones y Experimentos**

La RA Puede ser utilizada en simulaciones y experimentos virtuales en el campo de la ciencia. Los estudiantes pueden utilizar aplicaciones de RA para realizar experimentos virtuales como simular el movimiento de los planetas en el sistema solar o la reacción química entre diferentes elementos. Estas simulaciones permiten a los estudiantes comprender conceptos científicos complejos de una manera más práctica. También se utiliza en la industria para realizar simulaciones y entrenamientos virtuales en entornos de trabajo realistas. Por ejemplo, los

trabajadores pueden utilizar aplicaciones de RA para simular situaciones de emergencia o practicar procedimientos de seguridad en un entorno virtual antes de aplicarlos en situaciones reales. Esto ayuda a optimizar la seguridad en el sitio de trabajo y a minimizar los riesgos asociados con la realización de experimentos y procedimientos peligrosos. En el campo de la salud la RA se utiliza para simular procedimientos quirúrgicos y entrenar a los profesionales de la salud en técnicas avanzadas. Los cirujanos pueden utilizar aplicaciones de RA para superponer imágenes médicas en tiempo real sobre el paciente durante la cirugía lo que les permite visualizar con precisión las estructuras internas y mejorar la precisión de los procedimientos (Rodríguez et al., 2021).

### **Realidad Aumentada en Aprendizaje de Idiomas**

Una de las aplicaciones más habituales de la RA en el aprendizaje de idiomas es en la traducción de palabras y frases. Los alumnos pueden utilizar aplicaciones de RA para apuntar la cámara de su dispositivo a objetos cotidianos y recibir traducciones instantáneas en tiempo real. Esto les permite aprender el significado de las palabras de una manera más práctica y contextualizada. Adicional de esto, se utiliza para crear experiencias de inmersión en el idioma, donde los estudiantes pueden explorar entornos virtuales donde se habla el idioma que están aprendiendo. Por ejemplo, pueden visitar un mercado local, una cafetería o una estación de tren virtual donde interactúan con personajes virtuales y practican conversaciones en el idioma objetivo (Moreno & Galván, 2020).

La RA es utilizada para crear juegos y actividades que ayudan a los alumnos a practicar vocabulario, gramática y pronunciación de una manera divertida y motivadora. Por ejemplo, pueden jugar juegos de palabras cruzadas, completar frases o participar en escenarios de conversación simulados (Hernández & Muñoz, 2022).

### **Realidad Aumentada en Entrenamiento en Habilidades Prácticas**

La realidad aumentada logra ayudar los alumnos a practicar procedimientos quirúrgicos en un entorno simulado antes de realizarlos en pacientes reales. En ingeniería los técnicos pueden aprender a reparar equipos complejos siguiendo instrucciones superpuestas en tiempo

real sobre el objeto real. En el área del diseño y la fabricación la RA puede ser utilizada para visualizar prototipos en 3D, realizar simulaciones de montaje o controlar la calidad de los bienes durante el proceso de elaboración. También puede ser útil en el entrenamiento de habilidades de construcción como la soldadura, la carpintería o la fontanería, donde los aprendices pueden practicar en un entorno virtual antes de trabajar en proyectos reales (Tone & Anci, 2022).

### **Beneficios de la Realidad Aumentada en Educación**

La RA en educación ofrece una amplia gama de beneficios que transforman la experiencia de aprendizaje tanto para alumnos como para educadores. Al integrar el mundo físico con elementos virtuales, la RA crea entornos educativos inmersivos que mejoran la comprensión, la retención y la aplicación del conocimiento. A continuación, se mencionan algunos beneficios de la RA en educación.

La RA fomenta un aprendizaje más diligente e interactivo al permitir a los alumnos interactuar con el contenido de una forma más práctica y significativa (Chica &

Leyva, 2023).

La RA mejora la retención del conocimiento, los alumnos tienden a retener mejor la información cuando la aprenden de manera visual y práctica, lo que se logra mediante el uso de la RA (Chiliquinga & Bracho, 2023).

La RA puede hacer que el aprendizaje sea más accesible para estudiantes con discapacidades al proporcionar herramientas y recursos adaptativos (Ferreira, 2023).

La RA aumenta la estimulación y la responsabilidad de los alumnos al hacer que el aprendizaje sea más entretenido e interesante (Ferreira, 2023).

La RA brinda a los educadores la capacidad de adaptar la enseñanza a las necesidades específicas de cada estudiante, lo que puede aumentar la efectividad del aprendizaje. (Ortiz & Peña, 2021).

La RA en educación brinda una diversidad de aplicaciones que mejoran la experiencia de aprendizaje al hacerla más interactiva y personalizada. Esta tecnología está transformando la forma en que se educa y se aprende, ofreciendo nuevas oportunidades para la educación del futuro.

## **Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud**

La RA en educación en salud, desempeña un papel importante al mejorar la formación de expertos de la salud y el conocimiento de los pacientes acerca su salud. Al combinar elementos virtuales con el espacio físico la RA crea experiencias educativas y prácticas que mejoran el conocimiento de conceptos médicos confusos y promueven una mejor toma de decisiones clínicas. La importancia de las aplicaciones de RA en educación en salud radica en su capacidad para cambiar la forma en que se educa y se aprende en el campo de la salud. Permiten a los estudiantes visualizar y manipular modelos 3D de estructuras anatómicas y procesos biológicos, los estudiantes pueden comprender mejor la información y retenerla de manera más efectiva (Carrillo & Vera, 2022).

Ofrece a los alumnos la oportunidad de ejercer habilidades clínicas e instrucciones médicas en un entorno virtual y seguro. Esto les permite adquirir experiencia práctica sin colocar en peligro la integridad de los pacientes lo que es especialmente importante en áreas como la cirugía y la atención de emergencia. También pueden ajustarse a las necesidades propias de los alumnos brindando contenido educativo que se ajuste a su nivel de conocimiento y forma de aprendizaje. Esto permite a cada alumno aprender a su propio ritmo y maximizar su potencial de aprendizaje (De La Vega, 2023).

### **¿Qué son las Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud?**

Son programas informáticos que utilizan ciencias aplicadas de RA para renovar la enseñanza, el aprendizaje de conceptos médicos y de salud en general, la RA une componentes digitales con el entorno físico del usuario. Estas aplicaciones permiten una visualización más precisa y detallada de la anatomía humana, lo que ayuda a la comprensión de conceptos difíciles. Los alumnos y expertos de la salud pueden explorar modelos 3D de órganos y sistemas corporales lo que les permite entender mejor la estructura y función del cuerpo humano (Garnica & Limon, 2020).

Otro aspecto importante de las aplicaciones de RA en educación en salud es que mediante el uso de aplicaciones de RA los expertos de la salud pueden mostrar a las pacientes visualizaciones en 3D de su condición médica lo que les ayuda a comprender mejor su enfermedad y las opciones de tratamiento disponibles. Esto puede mejorar la adherencia al tratamiento y los resultados para los pacientes. Además, la RA se utiliza para educar a los pacientes sobre su salud y condiciones médicas proporcionándoles información detallada de una forma visual y posible de entender. Las aplicaciones de RA en educación en salud tienen el potencial de convertir la forma en que se educa y se experimenta en el campo de la salud mejorando la formación de los profesionales médicos y la experiencia de los pacientes (Flores & González 2022).

### **Tecnologías que Trabajan Juntas en las Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud**

Las aplicaciones de RA en educación en salud aprovechan una combinación de tecnologías para crear experiencias inmersivas y educativas. Estas tecnologías trabajan juntas para ofrecer contenido interactivo, visualmente impactante y educativo que apoya a los alumnos y profesionales en salud a comprender mejor los conceptos médicos y practicar habilidades clínicas. A continuación, se describen algunas de ellas.

#### ***Realidad Aumentada en Sensores de Seguimiento de Posición***

En la RA los sensores de seguimiento de posición son fundamentales para realizar un seguimiento preciso de la posición y orientación de un dispositivo de visualización, como un teléfono inteligente o unas gafas de realidad aumentada, en relación con el entorno físico. Esto permite superponer objetos virtuales de manera precisa y realista sobre el mundo real creando la ilusión de que estos objetos están realmente presentes en el entorno. Los sensores de seguimiento de posición también son esenciales para la interacción con objetos virtuales en entornos de RA. Por ejemplo, al utilizar gestos o movimientos físicos los alumnos pueden interactuar con los objetos virtuales de manera natural como moverlos, rotarlos o manipularlos de otras formas. Los

sensores capturan estos movimientos y los traducen en acciones dentro del entorno de RA (Zambrano, 2023).

### ***Realidad Aumentada en Dispositivos de Entrada Háptica***

La RA pueden incluir guantes hápticos, lápices hápticos, chalecos hápticos u otros dispositivos portátiles. Estos dispositivos permiten a los alumnos sentir la textura, la forma y la resistencia de los objetos virtuales lo que mejora la experiencia de interacción y la sensación de inmersión en el entorno de RA. En aplicaciones de educación en salud un alumno podría utilizar un guante háptico para practicar la palpación de órganos internos en un modelo virtual. El guante proporcionaría retroalimentación táctil que simularía la sensación de presionar sobre un órgano real lo que ayuda al alumno a desarrollar habilidades prácticas de manera segura y efectiva (Herbas, 2021).

### ***Realidad Aumentada en Dispositivos de Seguimiento Ocular***

La RA permiten integrarse en dispositivos de visualización, como gafas inteligentes o cascos para determinar la dirección y el enfoque de la mirada del usuario. Esto permite que la RA responda de manera más intuitiva a las acciones del alumno como seleccionar objetos virtuales o navegar por interfaces de usuario. Por ejemplo, en aplicaciones de formación médica un estudiante podría utilizar un dispositivo de seguimiento ocular integrado en unas gafas de RA para examinar detenidamente un modelo anatómico virtual. El dispositivo de seguimiento ocular podría detectar qué estructuras anatómicas el estudiante está mirando y proporcionar información adicional sobre esas estructuras en tiempo real mejorando así la comprensión y la experiencia de aprendizaje (Bernal et al., 2022).

### ***Realidad Aumentada en Sistemas de Seguimiento de Gestos***

En la RA, los sistemas de seguimiento de gestos agregan una capa adicional de interactividad al permitir a los alumnos utilizar gestos de la mano movimientos corporales u otros gestos naturales para interactuar con los objetos virtuales. Esto hace que la experiencia de RA sea más dinámica, ya que los usuarios pueden manipular objetos virtuales como si fueran

objetos reales en el mundo físico. Un alumno podría utilizar gestos de la mano para manipular un modelo anatómico virtual y explorar diferentes estructuras y sistemas del cuerpo humano. Esto permite una comprensión más profunda y práctica de la anatomía y los procesos fisiológicos, mejorando así la experiencia de aprendizaje (Ruiz,2011).

### **Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud más Destacadas**

Las aplicaciones de RA en educación en salud ofrecen una variedad de herramientas educativas que mejoran la comprensión de los conceptos médicos y facilitan el aprendizaje práctico. Estas aplicaciones permiten a los alumnos y expertos médicos explorar el cuerpo humano, comprender enfermedades, procedimientos médicos y practicar habilidades clínicas en entornos virtuales. Aquí se encuentran algunas de las aplicaciones más utilizadas en la educación en salud.

#### ***Realidad Aumentada en Visualización Anatómica en 3D***

Permiten a los estudiantes y profesionales de la salud explorar el cuerpo humano de manera interactiva. Estas aplicaciones ofrecen una vista detallada de las estructuras anatómicas y su relación con el cuerpo, lo que facilita la comprensión de la anatomía (Capetillo, 2021).

#### ***Realidad Aumentada en Simulaciones Médicas***

Ofrecen simulaciones de procedimientos médicos y quirúrgicos en entornos virtuales. Estas aplicaciones permiten a los alumnos ejercitar procedimientos complejos en un entorno seguro previo de realizarlos en pacientes reales (Capetillo, 2021).

#### ***Realidad Aumentada en Educación del Paciente***

Ofrecen herramientas de educación para pacientes que les permiten visualizar su anatomía y comprender mejor su enfermedad y opciones de tratamiento. Estas aplicaciones ayudan a los pacientes a tomar decisiones informadas sobre su salud (Menéndez et al., 2023).

### ***Realidad Aumentada en Formación en Habilidades Clínicas***

Ofrecen entrenamiento en habilidades clínicas utilizando entornos virtuales y tecnología de realidad aumentada. Estas aplicaciones permiten a los alumnos efectuar habilidades como la cirugía y la auscultación en un entorno seguro y controlado (Quiñonez & Sanchez, 2023).

### ***Realidad Aumentada en Libros de Texto Interactivos***

Algunos libros de texto interactivos utilizan la realidad aumentada para proporcionar contenido adicional, como modelos 3D y videos que complementan el texto impreso. Esto ayuda a los alumnos a visualizar conceptos complejos de manera más clara y dinámica (Narváez & Ordoñez, 2023).

Estas aplicaciones de RA en educación en salud, son solo algunas de las muchas herramientas disponibles que están transformando la forma en que los alumnos y expertos médicos aprenden y practican en el campo de la salud. Al proporcionar experiencias educativas interactivas y visualmente impactantes, la RA está mejorando la formación y la práctica médica a nivel global.

## **Aplicaciones de Realidad Aumentada en Educación en Salud en Radiología**

Las aplicaciones de RA en educación en salud en radiología ofrecen una forma innovadora de enseñar y aprender sobre ilustraciones médicas, como tomografías computarizadas (TC), radiografías y resonancias magnéticas (RM). Estas aplicaciones utilizan la RA para superponer información digital sobre las imágenes médicas permitiendo a los alumnos y expertos médicos explorar y comprender mejor las estructuras anatómicas y las patologías (Barsom, 2016).

En los últimos años, la RA ha empezado a utilizarse en radiología en diversas capacidades y aplicaciones. Aunque su adopción en este campo ha sido más notable en la década de 2010 y ha seguido evolucionando en los años posteriores, impulsada por las evoluciones tecnológicas en Hardware y Software, así como por la creciente necesidad de herramientas avanzadas de visualización para interpretar imágenes médicas. Se espera que a medida que la tecnología continúe evolucionando la realidad aumentada desempeñe un papel cada vez más significativo en la práctica radiológica en el futuro (Raith et al., 2022).

El presente capítulo se divide de la siguiente manera. Primero, qué es la realidad aumentada en educación en radiología, segundo; en qué consisten estas aplicaciones, tercero; las tecnologías que se complementan, las desventajas y finalmente las aplicaciones utilizadas en la RA en educación en radiología.

### **¿Qué es la Realidad Aumentada en Educación en Radiología?**

La RA en la educación en salud en radiología es una tecnología que fusiona componentes del entorno físico con componentes virtuales con la intención de desarrollar el aprendizaje y la enseñanza en radiología médica. En este contexto, la RA se utiliza para superponer información digital, como imágenes médicas, gráficos 3D o datos relevantes sobre imágenes radiológicas reales o simuladas (Nur, 2023).

La RA en educación en salud en radiología ofrece varios beneficios como el mejoramiento de la comprensión de las estructuras anatómicas, la capacidad de practicar

procedimientos y diagnósticos en un entorno virtual y la posibilidad de personificar la experiencia de estudio teniendo en cuenta las necesidades personales de los alumnos. La RA en educación en salud en radiología es una herramienta poderosa que aporta a los alumnos y expertos médicos progresar sus capacidades en interpretación de imágenes médicas y en la práctica clínica al tiempo que propone una práctica de aprendizaje más envolvente y efectiva (Baker et al., 2024).

La aplicación de la RA en el espacio de la radiología tiene la intención de mejorar la enseñanza y formación médica. La radiología es una disciplina que requiere una comprensión profunda de la anatomía y patologías del cuerpo humano, siendo visualmente intensiva. Sin embargo, el aprendizaje tradicional que se basa en libros de texto e imágenes bidimensionales puede tener limitaciones en el conocimiento espacial y la contextualización de las estructuras anatómicas (Sutherland et al., 2019).

### **¿En qué Consiste la Realidad Aumentada en Educación en Radiología?**

La RA en educación en radiología consiste en el uso de tecnología RA para renovar la enseñanza y el aprendizaje de la radiología médica, proporciona a los alumnos y expertos médicos una experiencia de aprendizaje más dinámica y visualmente estimulante. En el contexto de la radiología la RA puede utilizarse de varias maneras, por ejemplo, los estudiantes pueden superponer modelos 3D de estructuras anatómicas sobre imágenes radiológicas. Puede emplearse para instaurar aplicaciones interactivas que permitan a los estudiantes investigar y aprender sobre diversos casos clínicos y patologías de manera más dinámica. Por otro lado, durante procedimientos médicos en tiempo real, la RA puede suministrar información y orientación visual sobre la posición de estructuras anatómicas relevantes lo que puede ser útil para mejorar la precisión y la seguridad de los procedimientos. La RA en educación en salud en radiología ofrece una serie de beneficios como una mejor comprensión de las imágenes médicas, la posibilidad de practicar procedimientos de manera segura y la capacidad de personificar la experiencia de aprendizaje según las necesidades individuales (González et al., 2019).

## ¿Qué Tecnologías son sus Complementos?

En el contexto de la RA en educación en radiología existen varias tecnologías complementarias que pueden mejorar la experiencia de aprendizaje y la efectividad de la aplicación de RA. Estas tecnologías pueden complementar y mejorar la aplicación de RA en educación en radiología al proporcionar entornos más inmersivos, precisos y colaborativos para el aprendizaje y la práctica médica. Algunas de estas tecnologías incluyen:

La IA y el aprendizaje automático pueden utilizarse para mejorar la precisión del reconocimiento de imágenes y la superposición de datos en imágenes radiológicas. Esto puede mejorar la calidad de las aplicaciones de RA al tiempo que reduce la carga de trabajo manual (O'Reilly et al., 2020).

La RV puede complementar la RA en educación en radiología al proporcionar entornos virtuales más inmersivos para la práctica de procedimientos y la exploración de imágenes médicas. La combinación de RA y RV puede ofrecer una experiencia de aprendizaje más completa y efectiva (Nishi, & Yoshinaga, 2020).

La impresión 3D Puede utilizarse para crear modelos físicos de estructuras anatómicas basados en imágenes radiológicas. Estos modelos pueden complementar la RA al proporcionar una representación táctil y tridimensional de las imágenes médicas (Sutherland et al., 2019).

La RM mezcla elementos de la RA y la RV para instaurar prácticas más realistas. La RM puede ser útil en la educación en radiología al proporcionar entornos virtuales más interactivos y detallados (Edström et al., 2020).

La computación en la nube puede utilizarse para almacenar y procesar grandes cantidades de datos médicos, como imágenes radiológicas y modelos 3D. Esto puede facilitar el acceso y el intercambio de información en aplicaciones de RA en educación en radiología (González et al., 2019).

## **Aplicaciones de la Realidad Aumentada en Educación en Radiología**

Las aplicaciones de la RA en educación en radiología ofrecen una serie de herramientas interactivas y educativas que mejoran la comprensión y el aprendizaje de las imágenes médicas. Estas aplicaciones permiten a los alumnos y expertos médicos explorar el cuerpo humano, comprender enfermedades, procedimientos médicos y practicar habilidades clínicas en entornos virtuales. A continuación, se encuentran algunas aplicaciones destacadas de RA en educación en salud en radiología.

Las aplicaciones de RA permiten a los usuarios visualizar imágenes médicas como tomografías computarizadas (TC), radiografías, y resonancias magnéticas (RM) en 3D. Esto permite una exploración más detallada y una mejor comprensión de las estructuras anatómicas y las patologías (Park et al., 2020).

La RA puede superponer información sobre las imágenes radiológicas, como etiquetas y descripciones de estructuras anatómicas lo que ayuda a los estudiantes a identificar y comprender mejor las diferentes partes del cuerpo. Proporciona casos clínicos virtuales basados en imágenes médicas reales lo que ayuda a los alumnos a crear capacidades de diagnóstico y a familiarizarse con una amplia gama de patologías. Permite a los alumnos relacionarse con imágenes médicas en tiempo real lo que ayuda la discusión y la colaboración entre alumnos y expertos médicos (Jha & Gupta, 2021).

La RA puede superponer imágenes médicas en tiempo real sobre el cuerpo humano durante procedimientos médicos lo que ayuda a los expertos en la salud a visualizar mejor las estructuras internas y a realizar procedimientos con mayor precisión (Tang et al., 2020).

La RA permite a los estudiantes acceder a contenido educativo en radiología desde cualquier lugar lo que facilita la educación a distancia y el aprendizaje autodirigido. Puede proporcionar acceso rápido a información sobre anatomía, patologías y procedimientos, lo que ayuda a los estudiantes y profesionales de la salud a obtener información relevante de manera rápida y precisa (Pinsky et al., 2023).

La RA se utiliza para entrenar a los alumnos y expertos médicos en la interpretación de imágenes médicas avanzadas como imágenes de tomografía o imágenes de resonancia magnética por emisión de positrones (PET). Se utiliza para visualizar datos clínicos como resultados de pruebas de laboratorio o datos de monitorización sobre imágenes médicas para ayudar a los expertos de la salud a tomar decisiones clínicas informadas. Además de esto, Se utiliza para enseñar anatomía patológica al permitir a los estudiantes visualizar y explorar muestras de tejido patológico en 3D (Amiras et al., 2021).

La RA se utiliza para simular enfermedades y patologías en el cuerpo humano, que ayuda a los estudiantes a entender mejor cómo se desarrollan y afectan diferentes partes del cuerpo (Park et al., 2020).

La RA en radiología intervencionista facilita la práctica de procedimientos en un entorno virtual y seguro, lo que permite a los estudiantes adquirir experiencia práctica sin poner en riesgo la seguridad de los pacientes. Los estudiantes pueden simular procedimientos como la colocación de catéteres o la embolización de vasos sanguíneos lo que les ayuda a desarrollar habilidades técnicas y destrezas prácticas de manera efectiva (Ramírez, 2023).

### **Desventajas de la Realidad Aumentada en Educación en Radiología**

Como ya se ha especificado en los capítulos anteriores, se puede observar que la RA en educación ofrece una variedad de ventajas que pueden mejorar significativamente la manera en que los alumnos aprenden y comprenden las imágenes médicas, como por ejemplo la visualización mejorada, la interactividad, la práctica virtual, la facilidad de acceso y la mejora de la colaboración, es decir entre estudiantes y profesionales de la salud permiten la visualización y discusión de imágenes médicas de forma remota y en tiempo real. Sin embargo, también existen algunas desventajas que son importantes considerar. Aquí se mencionan algunas de ellas:

### ***Costo***

La implementación de tecnología RA puede ser costosa, especialmente para instituciones educativas o centros de salud con presupuestos limitados. Esto puede limitar la accesibilidad de la RA para algunos estudiantes o instituciones (Elsakka 2023).

### ***Requerimientos Técnicos***

Para utilizar aplicaciones de RA, los usuarios necesitan dispositivos compatibles como Smartphones, Tablets o gafas RA, y conexiones a Internet adecuadas. Esto puede ser un obstáculo para aquellos que no tienen acceso a estos dispositivos o tecnologías (Aguado & Sendra, 2023).

### ***Curva de Aprendizaje***

Algunos usuarios pueden encontrar que aprender a utilizar aplicaciones de RA es complicado o requiere tiempo lo que puede afectar la eficiencia y la efectividad del aprendizaje (Sorantin et al., 2021).

### ***Limitaciones Tecnológicas***

La RA aún enfrenta algunas limitaciones tecnológicas, como la precisión en la superposición de imágenes y la capacidad de procesamiento de datos en tiempo real que pueden afectar la calidad y la utilidad de las aplicaciones de RA en educación en salud en radiología (Parekh & Shah, 2020).

### ***Interrupciones***

El uso de dispositivos RA puede resultar en distracciones o interrupciones durante la enseñanza o el aprendizaje especialmente si los dispositivos no se utilizan de manera adecuada o en entornos inapropiados (Parekh & Shah, 2020).

### ***Privacidad y Seguridad***

Al utilizar tecnologías RA es importante considerar la privacidad y seguridad de los datos, especialmente cuando se trata de imágenes médicas y datos clínicos sensibles (Sparwasser et al., 2022).

Es muy probable que en el futuro se implementen más herramientas de RA en educación en radiología. La RA ofrece una serie de beneficios en este campo como una mejor visualización y comprensión de las imágenes médicas, la posibilidad de practicar procedimientos en un entorno virtual y la habilidad de personalizar la experiencia de aprendizaje según las necesidades individuales de los alumnos. Además, la tecnología RA está avanzando rápidamente lo que significa que las herramientas y aplicaciones de RA en educación en salud en radiología se volverán más sofisticadas y accesibles en el futuro. Esto podría incluir el desarrollo de aplicaciones más especializadas para la interpretación de imágenes médicas, la simulación de procedimientos médicos complejos y la formación en diagnóstico y tratamiento de enfermedades (Pizarro, 2024).

## Conclusiones

La realidad aumentada en educación ha revolucionado la forma en que se aprende y enseña, proporciona experiencias interactivas y absorbentes que hacen que los conceptos abstractos sean más tangibles y visualmente estimulantes. Fomenta un aprendizaje activo y participativo, mejora la retención del conocimiento y la accesibilidad para estudiantes con discapacidades, aumenta la estimulación y el compromiso de los alumnos.

Las aplicaciones de realidad aumentada en educación en salud son fundamentales para mejorar la formación de expertos en salud y el conocimiento de los pacientes sobre su salud. Al combinar elementos virtuales con el entorno físico la realidad aumentada facilita la comprensión de conceptos médicos complejos y promueve una mejor toma de decisiones clínicas. Estas aplicaciones transforman la manera en que se educa y se aprende en el campo de la salud, permitiendo a los estudiantes visualizar y practicar en un entorno virtual y seguro, ofreciendo a los pacientes visualizaciones detalladas de su condición médica.

La realidad aumentada en la educación en salud en radiología mezcla elementos del entorno físico con componentes virtuales para un mejor tanto el aprendizaje como la enseñanza en radiología médica. Ofrece beneficios significativos como una mejor comprensión de las estructuras anatómicas, la práctica segura de procedimientos y la personalización de la experiencia de estudio. La realidad aumentada en este campo facilita una experiencia de aprendizaje dinámica y visualmente estimulante al superponer modelos 3D y datos relevantes sobre imágenes radiológicas facilitando la comprensión y la retención de información.

La realidad aumentada en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia puede convertir conceptos abstractos en representaciones visuales y tangibles lo que facilita la comprensión y retención, los estudiantes pueden acceder a una gran gama de recursos formativos, como libros de texto interactivos, simulaciones y experiencias prácticas, que enriquecen su aprendizaje. Al utilizar tecnologías emergentes como la realidad aumentada en su educación los estudiantes pueden adquirir habilidades relevantes para el mercado laboral actual y futuro.

La realidad aumentada ofrece beneficios significativos a los alumnos de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas durante sus prácticas clínicas al suministrar una experiencia de aprendizaje más inmersiva, interactiva y efectiva. Permite a los estudiantes superponer imágenes médicas, como radiografías o resonancias magnéticas, sobre modelos anatómicos o pacientes reales lo que les permite visualizar y comprender mejor las estructuras internas del cuerpo humano y las patologías.

### Referencias Bibliográficas

- Aguado-Linares, P., & Sendra-Portero, F. (2023). Gamification: Basic concepts and applications in radiology. *Radiología* (English Edition)  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2173510723000289>
- Aguilar-Acevedo F. Et al., (2023). Perspectiva tecno-pedagógica de la realidad aumentada en la educación. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*  
<https://revistas.uaa.mx/index.php/investycien/article/view/4252>
- Aguilera L, Guillermo C. 2013. “Realidad Aumentada, Un Mundo de Aplicaciones.” <https://search-ebSCOhost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=86747079&lang=es&site=ehost-live>
- Almonte Ramírez, Y., & García Romero, E. F. (2020). Integración de la realidad virtual y la realidad aumentada en la enseñanza Montessori: Universidad Iberoamericana (UNIBE).  
<https://repositorio.unibe.edu.do/jspui/handle/123456789/1173>
- Amiras, D., Hurkxkens, T. J., Figueroa, D., Pratt, P. J., Pitrola, B., Watura, C., ... & Hamady, M. (2021). Augmented reality simulator for CT-guided interventions. *European Radiology*, 31, 8897-8902. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-021-08043-0>
- Anaconda, J. D., Millán, E. E., & Gómez, C. A. (2019). Aplicación de los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 13(25), 59–67. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.31908/19098367.4015>
- Barroso, K. (2022). La Realidad Aumentada en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Technology Rain Journal* <http://technologyrain.com.ar/index.php/trj/article/view/6>
- Baker, J., Antypas, A., Aggarwal, P., Elliott, C., Baxter, R., Singh, S., ... & Koo, A. (2024). Augmented Reality in Interventional Radiology: Transforming Training Paradigms. *Cureus* <https://www.cureus.com/articles/230406-augmented-reality-in-interventional-radiologytransforming-training-paradigms.pdf>
- Berrios Zepeda, R. A. (2020). Realidad aumentada: Uso estratégico en Comercialización y Educación. *Redmarka. Revista de Marketing Aplicado*, 24(2), 217-237.  
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/27898>

- Bernal Díaz, A., Barrón Tirado, M. T., Mercado Velázquez, J., & Romero Vargas, J. A. (2022). Realidad aumentada para estimular los movimientos oculares en la lectura de personas con discapacidad. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/77641>
- Barsom, E.Z., Graafland, M. & Schijven, M.P. (2016) Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surg Endosc* 30, 4174–4183. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4800-6>
- Barzallo, S., & Barzallo, P. (2019). La Inteligencia Artificial en Medicina. *Ateneo*, 21(2), <http://colegiomedicosazuay.ec/ojs/index.php/ateneo/article/view/102>
- Caldera-Serrano, J. Realidad Aumentada en Televisión Y Propuesta De Aplicación en Los Sistemas De Gestión Documental. *El Profesional de la Información*. <https://search-ebshostcom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=99556048&lang=es&site=ehost-live>.
- Cárdenas Ruiz, H. A., Mesa Jiménez, F. Y., & Suarez Barón, M. J. (2018). Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.36737/01230425.v0.n35.2018.1969>
- Capetillo Bermudez, Y. (2021). Sistema de visualización holográfica para imágenes médicas. [http://dspacefci.uaslp.mx:8080/bitstream/123456789/254/2/v2\\_RC-YC-005.pdf](http://dspacefci.uaslp.mx:8080/bitstream/123456789/254/2/v2_RC-YC-005.pdf)
- Carrillo, J. J. M., & Vera, W. O. Z. (2022). Realidad aumentada en aplicaciones móviles educativas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*. <https://search.proquest.com/openview/bc45532d2257aa185c29ff8fff6893f0/1?pqorigsite=gscholar&cbl=1006393>
- Chica, L. F. C., Acosta, J. M. Z., & Leyva, A. L. (2023). Realidad Aumentada: una herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Cubana de Educación Superior*, 42(especial 1), 163-179. <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/8409>

- Chiliquinga, E. N. C., & Bracho, A. J. L. (2023). Gamificación y realidad aumentada como herramienta para enseñar y aprender. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*  
<https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5404>
- De La Vega Reyes, D. C. (2023). La realidad aumentada como recurso pedagógico en la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de Educación Física. UPEC.  
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2055>
- Edström, E., Burström, G., Omar, A., Nachabe, R., Söderman, M., Persson, O., ... & ElmiTerander, A. (2020). Augmented reality surgical navigation in spine surgery to minimize staff radiation exposure. *Spine*.  
[https://journals.lww.com/spinejournal/FullText/2020/01010/Augmented\\_Reality\\_Surgical\\_Navigation\\_in\\_Spine.18.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/FullText/2020/01010/Augmented_Reality_Surgical_Navigation_in_Spine.18.aspx)
- Elsakka, A., Park, B. J., Marinelli, B., Swinburne, N. C., & Schefflein, J. (2023). Virtual and Augmented Reality in Interventional Radiology: Current Applications, Challenges, and Future Directions. *Techniques in vascular and interventional radiology*, 26(3), 100919.  
<https://doi.org/10.1016/j.tvir.2023.100919>
- Flores-Lucero, M., & González-Llanos, P. (2022). Propuesta de aplicabilidad de realidad aumentada en laboratorios de anatomía: Aplicación en la carrera de Kinesiología de la Universidad del Alba, Antofagasta (Chile). *Human review. International humanities review/revista internacional de humanidades*  
<https://www.journals.eagora.org/revHUMAN/article/view/4019>
- Ferreira Rubio, L. (2023). Uso de realidad aumentada en el aula.  
<https://burjcdigital.urjc.es/handle/10115/23299>
- García-Huamantumba, E., Et al. (2024). Aplicación de la realidad aumentada en el aprendizaje de estudiantes de ciencias de la salud. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 4, 645-645. <https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct/article/view/645>

- Garnica, C. C., Sierra, E. A., & Limon, O. C. (2020). Prototipo móvil con realidad aumentada para el aprendizaje del laboratorio de biología en educación superior. Futuro Digital: Avances y paradigmas tecnológicos. [https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Jesahel-Vega-Gomez/publication/356419186\\_Resultados\\_de\\_la\\_colaboracion\\_de\\_investigadores\\_docentes\\_y\\_estudiantes\\_de\\_educacion\\_media\\_superior\\_de\\_la\\_Universidad\\_de\\_Guadalajara\\_en\\_estudios\\_de\\_gestion\\_energetica\\_y\\_dimensionamiento\\_de\\_sistemas\\_en/links/6199bd3c61f0987720bde3cd/Resultados-de-la-colaboracion-deinvestigadores-docentes-y-estudiantes-de-educacion-media-superior-de-laUniversidad-de-Guadalajara-en-estudios-de-gestion-energetica-ydimensionamiento-de-sistemas-en.pdf#page=60](https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Jesahel-Vega-Gomez/publication/356419186_Resultados_de_la_colaboracion_de_investigadores_docentes_y_estudiantes_de_educacion_media_superior_de_la_Universidad_de_Guadalajara_en_estudios_de_gestion_energetica_y_dimensionamiento_de_sistemas_en/links/6199bd3c61f0987720bde3cd/Resultados-de-la-colaboracion-deinvestigadores-docentes-y-estudiantes-de-educacion-media-superior-de-laUniversidad-de-Guadalajara-en-estudios-de-gestion-energetica-ydimensionamiento-de-sistemas-en.pdf#page=60)
- Garriazo, J. A. C., Aguirre, A. F. L., & Huacanca, J. R. R. (2022). Aplicación del modelo didáctico 3D realidad aumentada en el aprendizaje colaborativo. Revisión sistemática. Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2616-79642022000100276&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2616-79642022000100276&script=sci_arttext)
- Goo, H. W., Park, S. J., & Yoo, S. J. (2020). Advanced medical use of three-dimensional imaging in congenital heart disease: augmented reality, mixed reality, virtual reality, and three-dimensional printing. Korean journal of radiology. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6992436/>
- González Izard, S., Juanes Méndez, J. A., Ruisoto Palomera, P., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Applications of Virtual and Augmented Reality in Biomedical Imaging. Journal of medical systems, 43(4), 102. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1239-z>
- Herbas, O. S. M. (2021). Diseño de un simulador háptico con realidad aumentada para entrenamiento en procedimientos laparoscópicos. *Journal Boliviano de Ciencias* <https://revistas.univalle.edu/index.php/ciencias/article/view/106>
- Hernán, Q. S. R., Escriba, L. A. R., Cueva, E. L. L., & Mora, N. M. L. (2021). Análisis de las características de la Realidad Aumentada aplicada a la educación. <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/HAMUT/article/view/2202>

- Hernández, M. H., Cruz, L. A. B., de Ixtapaluca, T. D. E. S., & Muñoz, E. M. (2022). la realidad aumentada como recurso de aprendizaje de vocabularios de idiomas. revista en formato digital “innovación científica y tecnológica en las ingenierías”  
[https://www.researchgate.net/profile/Luis-Bonilla-Cruz-2/publication/374029664\\_la\\_realidad\\_aumentada\\_como\\_recurso\\_de\\_aprendizaje\\_de\\_vocabularios\\_de\\_idiomas/links/650a8879d5293c106cc8c794/la-realidad-aumentada-como-recurso-de-aprendizaje-de-vocabularios-de-idiommas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luis-Bonilla-Cruz-2/publication/374029664_la_realidad_aumentada_como_recurso_de_aprendizaje_de_vocabularios_de_idiomas/links/650a8879d5293c106cc8c794/la-realidad-aumentada-como-recurso-de-aprendizaje-de-vocabularios-de-idiommas.pdf)
- Jha, G., Sharma, L. S., & Gupta, S. (2021). Future of augmented reality in healthcare department. In Proceedings of Second International Conference on Computing, Communications, and Cyber-Security: IC4S 2020 (pp. 667-678). Springer Singapore.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-0733-2\\_47](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-0733-2_47)
- Maldonado, F. J., Ramírez, J. L., & Andrade, M. I. B. (2020). Rutas inmersivas de Realidad Virtual como alternativa tecnológica en el proceso educativo. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/230>
- Martínez Pérez, S, Fernández Robles, B & Barroso Osuna, J 2021, ‘La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior.’  
<https://searchebscohostcom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db>
- Menéndez-Aponte, S. M., Gil, D. R., Ramírez, E. L., Martínez, R. R., en el Centro, R. D. A., México, M. A., & en el Centro, A. D. A. (2023). El metaverso y la educación en anestesiología. Rev. Chil. Anest  
<https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv5220031544.pdf>
- Montenegro Rueda, M., & Fernández Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior posibilidades y desafíos. Tecnología, Ciencia y Educación.  
<https://idus.us.es/handle/11441/146173>
- Moreno Martínez, N. M., & Galván Malagón, M. C. (2020). Realidad aumentada y realidad virtual para la creación de escenarios de aprendizaje de la lengua inglesa desde un enfoque comunicativo. Didáctica, innovación y multimedia.  
<https://ddd.uab.cat/record/226872>

Narváez Rojas, A. O., & Ordoñez Arcos, D. A. (2023). Contenido educativo mediante herramientas tecnológicas basadas en realidad aumentada. UPEC.

<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2139>

Nishi, K., Fujibuchi, T., & Yoshinaga, T. (2020). Development of an application to visualise the spread of scattered radiation in radiography using augmented reality. *Journal of Radiological Protection*

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/abc14b/meta>

O'Reilly, M. K., Heagerty, P. J., Gold, L. S., Kallmes, D. F., & Jarvik, J. G. (2020). Augmented reality. *American Journal of Neuroradiology*.

<https://www.ajnr.org/content/ajnr/early/2020/07/16/ajnr.A6587.full-text.pdf>

Ortiz Bolívar, G. K., & Peña Albarracín, E. A. (2021). La realidad aumentada: una estrategia didáctica y de liderazgo educativo para las asignaturas transversales en la Universidad Uniagustiniana, Sede Tagaste, Bogotá (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios). <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/14264>

- Osuna, J. B., & Pérez, Ó. G. (2016). La realidad aumentada y su aplicación en la educación superior. *Revista Caribeña de Investigación Educativa*.  
[https://www.academia.edu/download/58245550/37-Texto\\_del\\_articulo-86-1-10-20180818.pdf](https://www.academia.edu/download/58245550/37-Texto_del_articulo-86-1-10-20180818.pdf)
- Oyarvide, W. V., & Quiroz, M. G (2019). Aplicación móvil interactiva mediante la realidad aumentada para facilitar el estudio de la literatura médica en terapia física. *Convergencias y divergencias en investigación*. [https://www.researchgate.net/profile/Ender-CarrasqueroCarrasquero/publication/343414044\\_Libro-convergenciasdivergencias\\_en\\_investigaciontendin\\_2019/links/5f28c6cea6fdcccc43a8931b/Libro-convergencias-divergenciasen-investigacion-tendin-2019.pdf#page=305](https://www.researchgate.net/profile/Ender-CarrasqueroCarrasquero/publication/343414044_Libro-convergenciasdivergencias_en_investigaciontendin_2019/links/5f28c6cea6fdcccc43a8931b/Libro-convergencias-divergenciasen-investigacion-tendin-2019.pdf#page=305)
- Parekh, P., Patel, S., Patel, N., & Shah, M. (2020). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in medicine, retail, and games. *Visual computing for industry, biomedicine* <https://link.springer.com/article/10.1186/s42492-020-00057-7>
- Park, B. J., Hunt, S. J., Martin III, C., Nadolski, G. J., Wood, B. J., & Gade, T. P. (2020). Augmented and mixed reality: technologies for enhancing the future of IR. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1051044319308255>
- Pérez Fernández, C., & Espinosa, M. M. (2022). La realidad aumentada como apoyo al diseño. *Técnica industrial*, 332, 40-48. [https://www.researchgate.net/profile/Christian-Perez-Fernandez/publication/377388365\\_La\\_realidad\\_aumentada\\_como\\_apoyo\\_al\\_diseno/links/65a3c42f40ce1c5902dac7be/La-realidad-aumentada-como-apoyo-aldiseno.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Christian-Perez-Fernandez/publication/377388365_La_realidad_aumentada_como_apoyo_al_diseno/links/65a3c42f40ce1c5902dac7be/La-realidad-aumentada-como-apoyo-aldiseno.pdf)
- Pinsky, B. M., Panicker, S., Chaudhary, N., Gemmete, J. J., Wilseck, Z. M., & Lin, L. (2023). The potential of 3D models and augmented reality in teaching crosssectional radiology. *Medical Teacher* <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0142159X.2023.2242170>
- Pizarro Vinent, A. (2024). Realidad Aumentada y Patrimonio: usos actuales y futuros.  
<https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/208105>

- Quiñónez, P. L. A., & Sanchez, L. E. R. (2023). La realidad aumentada como apoyo pedagógico en la educación. Reincisol  
<http://www.reincisol.com/ojs/index.php/reincisol/article/view/35>
- Ramírez Palomino, L. M. (2023). Simulador de biopsia mamaria guiada por ultrasonido usando realidad virtual e impresión 3D. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/45183>
- Raith, A., Kamp, C., Stoiber, C., Jakl, A., & Wagner, M. (2022). Augmented Reality in Radiology for Education and Training-A Design Study. Healthcare (Basel, Switzerland), 10(4), 672. <https://doi.org/10.3390/healthcare10040672>
- Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Palacios, A. J. P., & Ojeda, Y. E. A. (2021). Inteligencia artificial y propiedad intelectual. Universidad y Sociedad  
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2490>
- Rodriguez-Abad, Et al (2021). A systematic review of augmented reality in health sciences: a guide to decision-making in higher education. International journal of environmental research and public <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4262>
- Rodríguez, J. S. M., Aspiazu, Q. J. R., Magallón, Á. M. C., & García, M. R. L. (2021). Simulación y realidad virtual aplicada a la educación. Reciamuc  
<https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/651>
- Ruiz Torres, David. 2011. «Realidad Aumentada, Educación Y Museo». Revista ICONO 14. Revista Científica De Comunicación Y Tecnologías Emergentes 9 (2), 212-26.  
<https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.24>
- Solano Villanueva, César Augusto, Casas Díaz, Johan Fabiel y Guevara Bolaños, Juan Carlos. (2015). Aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de la clasificación de los seres vivos a niños de tercer grado. Ingeniería. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121750X2015000100006&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121750X2015000100006&lng=en&tlng=es).
- Solano-Camacho, K. E. (2021). Diseño de experiencia de aplicación de realidad aumentada para visitantes del Monumento Nacional Guayabo.  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13889>

- Sorantin, E., Grasser, M. G., Hemmelmayr, A., Tschauer, S., Hrzic, F., Weiss, V., ... & Holzinger, A. (2021). The augmented radiologist: artificial intelligence in the practice of radiology. *Pediatric Radiology* <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-021-05177-7>
- Sparwasser, P., Haack, M., Epple, S., Frey, L., Zeymer, S., Dotzauer, R., ... & Borgmann, H. (2022). Smartglass augmented reality-assisted targeted prostate biopsy using cognitive point-of-care fusion technology. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rcs.2366>
- Suárez-Escudero, J, Et al., (2020). Enseñar y aprender anatomía: Modelos pedagógicos, historia, presente y tendencias. *Acta Médica Colombiana* [http://scielo.org.co/pdf/amc/v45n4/es\\_0120-2448-amc-45-04-48.pdf](http://scielo.org.co/pdf/amc/v45n4/es_0120-2448-amc-45-04-48.pdf)
- Ruiz, G. G. (2023). Diseño de guía para la aplicación de realidad aumentada en el proceso de diseño industrial. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/8618>
- Tang, K. S., Cheng, D. L., Mi, E., & Greenberg, P. B. (2020). Augmented reality in medical education: a systematic review. *Canadian medical education journal* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7082471/>
- Tone, H. C. G., Gutiérrez, J. M., & Anci, B. V. (2022). Entrenamiento Basado en Realidad Aumentada para Mejorar Habilidades Espaciales y Rendimiento Académico en Estudiantes de Ingeniería. *Digital Education Review* <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/37528>
- Torrice, C. M., Saldaño, V., & Martín, A. (2022). Integrando herramientas en una aplicación turística para el aprendizaje de realidad aumentada y geolocalización. *Informe Científico Técnico* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8746047>
- Vinueza Kuffó, M. G., & Zambrano Alcívar, D. J. (2023). Realidad Aumentada para el empoderamiento del Turismo: Caso Manta (Doctoral dissertation) <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4414>

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

[https://search.proquest.com/openview/b7bf80715bdba06492751086921d2808/1?  
pqorigsite=gscholar&cbl=5528566](https://search.proquest.com/openview/b7bf80715bdba06492751086921d2808/1?pqorigsite=gscholar&cbl=5528566)

Zambrano Salamanca, D. M. (2023). Creación de objetos virtuales basados en un sistema de visualización háptica volumétrica y un sistema de seguimiento de posición para procesos de aprendizaje y recreación de población con discapacidad visual.

[https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/8246d17e-512c-4f1c-ae36-  
3fc38e8edcd3](https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/8246d17e-512c-4f1c-ae36-3fc38e8edcd3)