

# **Realidad Virtual para la Educación de Tecnología en Radiología**

Diana Carolina Correa

Heinz Gustavo Arboleda

Asesor

Luis Fernando Gómez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud -ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

### **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo de investigación a nuestro amado Dios y a nuestra querida familia, con profundo amor y gratitud. A Dios, por ser nuestra roca y guía en cada paso de este camino académico, por su amor incondicional y por fortalecernos en los momentos de dificultad. A nuestras familias, por su amor, apoyo incondicional y comprensión a lo largo de este viaje académico. A nuestros amigos y seres queridos, por su aliento y motivación constante. A nuestros profesores y mentores en la Universidad UNAD, les dedicamos este trabajo con profundo agradecimiento y aprecio. Su dedicación, conocimiento y orientación han sido pilares fundamentales en nuestra formación académica y personal. Cada enseñanza, consejo y estímulos que nos brindaron ha sido invaluable para alcanzar este logro. A través de su compromiso y ejemplo, han inspirado en nosotros una pasión por el aprendizaje y un deseo constante de superación. Gracias por creer en nosotros, por desafiarnos a alcanzar el máximo potencial y por ser guías ejemplares en este viaje hacia el conocimiento y el crecimiento. Esta monografía es un testimonio de su influencia positiva en nuestra vida y carrera profesional. ¡A todos aquellos que han contribuido de alguna manera en nuestro proceso de aprendizaje y crecimiento personal,

¡Gracias!

### **Agradecimientos**

Agradecemos profundamente a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por brindarnos la oportunidad de cursar nuestros estudios universitarios y por su compromiso con la educación a distancia. Agradecemos especialmente a todos los docentes, tutores y personal administrativo de la UNAD, cuyo esfuerzo y dedicación han hecho posible nuestra experiencia académica en esta prestigiosa institución. También queremos expresar nuestro reconocimiento a todos los compañeros de estudio, cuya colaboración y compañerismo han enriquecido nuestro aprendizaje y nuestra experiencia universitaria. Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a nuestra familia y seres queridos por su apoyo incondicional, comprensión y motivación a lo largo de este camino. Su amor y aliento han sido fundamentales en nuestro éxito académico. ¡Gracias a todos por ser parte de este importante logro en nuestra vida!

## Resumen

Este documento proporciona una descripción general de la realidad virtual (VR) y sus implicaciones para diversos campos, incluidos la investigación, la industria, el entretenimiento, la educación y la medicina. Destaca que la realidad virtual proporciona una experiencia inmersiva con colaboración, gestión de pruebas, diseño de productos, capacitación de empleados y visualización de conceptos complejos. Cabe destacar que la realidad virtual sigue evolucionando con nuevos avances tecnológicos que amplían sus posibles aplicaciones. A pesar de desafíos como instalar equipos y capacitar a los docentes, el potencial de la realidad virtual como herramienta educativa del futuro es evidente.

**Palabras clave:** investigación, inmersión, radiología, realidad virtual, evolución médica, tecnología, realidad mixta, educación, aplicaciones.

### **Abstract**

This document provides an overview of virtual reality (VR) and its implications for various fields, including research, industry, entertainment, education, and medicine. It highlights that virtual reality provides an immersive experience with collaboration, test management, product design, employee training and visualization of complex concepts. It should be noted that virtual reality continues to evolve with new technological advances that expand its possible applications. Despite challenges such as installing equipment and training teachers, the potential of virtual reality as an educational tool of the future is evident.

**Keywords:** research, immersion, radiology, virtual reality, medical evolution, technology, mixed reality, education, applications.

## Tabla de Contenido

La Realidad Virtual.....	8
Introducción a la Realidad Virtual .....	10
¿Qué es la Realidad Virtual?.....	10
Tipos de realidad virtual:.....	11
Evolución de la Realidad Virtual: .....	13
Tecnologías complementarias o competidoras de la realidad virtual. ....	15
¿Qué es realidad aumentada?.....	16
¿Qué es realidad mixta?.....	17
¿Qué son las Imágenes Holográficas Digitales (DHI)?.....	18
Aplicaciones de realidad virtual en educación en salud. ....	19
Para Procedimientos médicos .....	20
Para Diagnostico de Enfermedades .....	22
Ventajas de la realidad virtual en la educación en salud .....	25
Los desafíos de la VR en la educación en salud .....	26
Realidad virtual para la educación de tecnología en radiología. ....	28
Explorando las aplicaciones de la realidad virtual en radiología.....	30
Visualización y análisis de imágenes médicas.....	30
Mayor precisión en la evaluación diagnóstica .....	30

Planificación prequirúrgica .....	31
Planificación quirúrgica optimizada .....	31
Guías durante intervenciones .....	31
Reducción del riesgo de complicaciones.....	32
Capacitación y educación.....	32
Comunicación y colaboración.....	32
Conclusiones.....	34
Referencias .....	37

## La Realidad Virtual

La realidad virtual (VR) ha cambiado la educación y la investigación en las universidades; esta innovadora herramienta permite al estudiantes y profesionales sumergirse en un entorno digital 3D que simula el mundo real. Es significativo tener en cuenta la definición y el desarrollo de la realidad virtual (VR), y como ésta permite a los usuarios interactuar en entornos virtuales. Hay aspectos importantes para el uso de dispositivos como cascos y pantallas que brindan experiencias inmersivas y sus aplicaciones en diferentes áreas. Además, se analiza la evolución histórica de la realidad virtual y se discuten los tipos de realidad virtual (VR), desde los sistemas no inmersivos hasta los inmersivos.

Continuaremos la exploración con las Tecnologías Complementarias o Competidoras de la Realidad Virtual, explorando cómo la Realidad Aumentada (AR), la Realidad Mixta (MR) se diferencian y complementan a la realidad virtual (VR). Entre tanto, se discuten las Imágenes Holográficas Digitales (DHI) como una forma avanzada de representación visual que coexiste con la realidad virtual (VR). Se destaca la importancia de estas tecnologías en la evolución de la interacción digital y su potencial impacto en la sociedad y los mercados.

Se explorando cómo estas tecnologías inmersivas pueden transformar la enseñanza y el aprendizaje en el campo médico. Se discuten aplicaciones específicas de la realidad virtual para mejorar la comprensión de la anatomía humana, la realización de procedimientos médicos virtuales y la educación del paciente, enfatizando su potencial para proporcionar experiencias de aprendizaje más ricas e interactivas que pueden

conducir a una mejor retención de conocimientos y habilidades prácticas en entornos seguros y controlados.

En el contexto de la educación en tecnología radiológica la realidad virtual está emergiendo como una herramienta revolucionaria, ofreciendo un enfoque inmersivo y dinámico para el aprendizaje. Esta tecnología promete dar un giro importante para la formación de tecnólogos en radiología, preparándolos para enfrentar los desafíos del diagnóstico y tratamiento en el ámbito de la salud con mayor confianza y competencia.

## **Introducción a la Realidad Virtual**

La tecnología de Realidad Virtual (VR) se ha convertido en una poderosa herramienta para crear entornos simulados que brindan experiencias inmersivas a los usuarios. Según Azuma et al. (2001), la realidad virtual se define como un sistema informático interactivo que simula un entorno tridimensional que permite a los usuarios participar en actividades virtuales y explorar el mundo digital. La tecnología utiliza una variedad de dispositivos de visualización, como cascos de realidad virtual y pantallas estereoscópicas, así como una interfaz de usuario intuitiva para brindar una experiencia inmersiva. Además, la realidad virtual también proporciona un entorno controlado y seguro para el aprendizaje y la práctica, especialmente en campos como la medicina y la educación. Billinghamurst y Duenser (2012) señalaron que la realidad virtual se ha utilizado con éxito en la educación médica para enseñar anatomía, cirugía y diagnóstico de enfermedades. Ribeiro, A. V., Godoy, G. C., Neto, L. B., & de Souza-Filho, M. P. (2018) destacan la capacidad de la holografía y la realidad virtual para representar conceptos abstractos y complejos de manera tridimensional e interactiva para la enseñanza. En resumen, la realidad virtual es un avance importante en la interacción persona-computadora que proporciona nuevas formas de explorar y aprender en entornos digitales (Azuma et al., 2001; Billinghamurst & Duenser, 2012).

### **¿Qué es la Realidad Virtual?**

La realidad virtual, en adelante VR por sus siglas en inglés, se define como como un sistema informático que simula entornos reales o imaginarios que se pueden experimentar en tres dimensiones, proporcionando una experiencia en tiempo real altamente interactiva a través de video, audio e incluso retro alimentación táctil. A través

de herramientas como guantes, sistemas de rastreo, casco con audífonos y/o gafas, permite que el usuario, de cierta manera se integre al sistema; si bien, a lo largo del tiempo, se ha buscado que los computadores sean dispositivos que permitan un sistema de realidad virtual, realmente, no es un software lo que permite esto, por el contrario, es gracias a los accesorios y dispositivos de salida, que se permite el desarrollo adecuado del sistema VR. (Olguin, Rivera & Hernández; Tori et al. 2006). Así mismo, Aukstalskanis y Blatner en 1993, definen la Realidad virtual, como una forma que tiene el ser humano para interactuar, manipular y visualizar con datos y ordenadores.

La VR, se ha aplicado en numerosos ámbitos, tales como la educación, el entretenimiento, la salud, marketing entre otros; algunos ejemplos de realidad virtual más comunes, son las empresas grabando espacios determinados, para que sus clientes desde una zona VR pueda interactuar con el entorno en pantalla; permite así mismo, que diversos especialistas dilucidar el estado de una patología u órgano determinado, gracias a la característica toma 360° de la VR, es que se desarrollan espacios interactivos que facilitan el aprendizaje. (Olguin, Rivera & Hernández, 2006).

Para comprender mejor, el concepto de realidad virtual que inicialmente puede parecer contradictorio es importante conocer detenidamente los significados de sus componentes. La palabra realidad se deriva del latín *realitas*, que se refiere a lo que existe, lo verdadero, en contraposición a la ficción. Por otro lado, virtual, también del latín *virtualis*, describe algo que no es real o tangible, pero que es concebible, práctico o posible. (Michaelis, M & Michaelis, H, 2021).

### ***Tipos de Realidad Virtual***

Dependiendo de la interacción entre el entorno virtual y el físico, se encuentran tres tipos de realidad virtual. Y estas son:

**No inmersivos.** Para Levis, D. (2006) los sistemas no inmersivos o sistemas de sobremesa son aquellos que no ofrecen una experiencia inmersiva completa, pero permiten al usuario interactuar en entornos digitales en la pantalla del ordenador. Aunque no todos los programas requieren gafas estereoscópicas, algunos videojuegos logran una sensación de inmersión psicológica. Estas plataformas son valiosas para el diseño industrial y otras aplicaciones que necesitan visualización avanzada en 3D. Por otra parte, Pérez et al, (2021) el objeto está en contacto directo con el mundo real. Un entorno virtual siempre se proyecta en la pantalla de una computadora, televisión o teléfono móvil y requiere dispositivos externos como un *mouse* o un controlador de juego para que el usuario interactúe con él.

**Semi inmersión.** Para Levis, D. (2006) Los sistemas de inmersión o sistemas proyectivos buscan sumergir al usuario en entornos virtuales mediante la proyección de imágenes en un espacio cerrado. Se utilizan múltiples pantallas para abordar la visión lateral y gafas estereoscópicas para mejorar la sensación de presencia, a veces con sensores de posición. Estos sistemas permiten a los usuarios controlar movimientos e interactuar con objetos virtuales, siendo útiles para aplicaciones multiusuario. De igual forma, Pérez et al, (2021) menciona que en los sistemas de semi inmersión requieren para mostrar, una pantalla grande o proyectar el entorno en una pared. Aunque el efecto de inmersión es mucho más grande, el usuario aun ve su realidad.

**Inmersivo.** Este tipo de realidad virtual requiere gafas de realidad virtual o una pantalla montada en la cabeza, o el entorno que se va a proyectar en toda la superficie de la cabina. Gracias a esto, una persona logra sobrevivir en el mundo virtual, porque su campo de visión no interactúa con el entorno físico real. (Pérez et al, 2021). Igualmente,

Levis, D. (2006) se manifiesta acerca de la evolución tecnológica hacia experiencias más inmersivas, destacando el uso de dispositivos como cascos de visualización estereoscópica para sumergir al usuario en ambientes generados por ordenador y aislar al usuario del entorno existente. Aunque la realidad virtual es comúnmente asociada con estos cascos, su conveniencia está siendo cuestionada, lo que ha impulsado el desarrollo de cascos semi-inmersivos que permiten la superposición de imágenes sintéticas sobre el entorno físico real, conocido como realidad aumentada.

### **Evolución de la Realidad Virtual**

Muchos consideran que la VR, se desarrolló a partir de los 90, sin embargo sus inicios están aproximadamente en los 50, no obstante, en los años 30, se ideaba una idea futurista e imposible, de unas gafas capaces de permitirte integrarte en el entorno que veías, por lo que no es un sistema o idea realmente nuevo, sencillamente su gran evolución y aplicación, se han evidenciado en los últimos 30 años, generando un espacio en el mercado, como excelente herramienta de marketing, aprendizaje y práctica. (Olguin, Rivera & Hernández, 2006).

El Pionero y padre de la realidad Virtual, Morton Heiling desarrolló un dispositivo complejo, denominado el sensorama, simulaba un viaje en motocicleta por New York, con un complejo visor televisivo (El HMB), patentado por el mismo Heiling, el usuario era capaz de visualizar imágenes 360°, además de dispositivos que estimulaban el olfato, el oído y el tacto, con el fin de brindar una experiencia más real. Si bien sensorama, es el precursor de la VR, este dispositivo, no permitía que el usuario interactuara con su entorno, y no estaba pensado tampoco que lo hiciera. Más enfocado como experiencia netamente virtual y no una realidad interactiva. (Lewis, 2006).

La década de los 60 inicia con Heiling patentando el Sensorama y el casco de realidad virtual -HMB dentro de este en 1962, en el 65, Ivan Sutherland inventa el termino Ultimate Display, el HMB en ordenadores y computadoras, tres años después, así como el HMB de Sutherland y lo que él llamo Sistema de rastreo mecánico de cabeza. (Olguin, Rivera & Hernández, 2006).

La NASA diseña el primer dispositivo de realidad virtual en 1970 para preparar a los astronautas; Ken Knowlton, desarrolló los botones virtuales, en el año 1975, lo que permitió un gran desarrollo al momento de interactuar con el entorno virtual, pues estos permitían al usuario activar o desactivar cosas dentro de la VR. (Chordá, 2004 & Olguin, Rivera & Hernández- 2006).

Para los años 80, se desarrollan las gafas de visión estéreo, no mucho después (1982) Zimmerman desarrolla un guante Data, que brinda al usuario la sensación de tocar algo que es netamente información data y no una realidad. Así mismo, el año después Krueguer desarrolla un sistema de movimientos gráficos y texto, un año más tarde, la NASA funda el centro AMES, donde realizan pruebas e investigaciones con la VR de la mano, como estrategia interactiva. Ese mismo año, Gibson publica una novela de ficción, donde se puede acceder a la realidad virtual desde el ciberespacio. (Olguin, Rivera & Hernández, 2006).

En el 85, La USAF diseña la cabina de vuelo Cockpitk, en la cual preparaban a sus pilotos y tripulantes de vuelo, para manejar un avión y las altas velocidades a las que estos se sometían. Así mismo, en el centro VLP, John Inner utilizaba el termino Realidad Virtual, abriendo así, el campo de investigación para esta rama. La compañía Dimensión, desarrollo un software de construcción 3D para ordenadores y computadores, dos años

después, y para el 88, se había diseñado ya, un dispositivo de sonido tridimensional, por Foster. Por último, en el 89, salió Battlezone, el primer juego con tecnología 3D, hecho por ATARI, y ese mismo año, se presentó al mercado el primer sistema de realidad virtual para ordenadores y computadoras. (Olguin, Rivera & Hernández, 2006).

Se da un salto importante en el tiempo, pues para el año 2006, Nintendo lanzó al mercado la consola Wii, con sensor de movimiento, y juegos 3D, además de varias funciones como la vibración de controles, entre otras; 6 años después, Microsoft presenta el Kineckt, en 2012, dispositivo sensor de movimiento, que permitía enlazarse con consolas para juegos interactivos. (Lewis-2006).

Los recursos virtuales se han vuelto estrategias muy conocidas y serán cada vez más utilizados en todos los sectores. Estas herramientas virtuales tienen como objetivo optimizar los procesos de trabajo fomentando una mayor colaboración y motivación, al generar variedad de interacciones con un entorno virtual, que permite el desarrollo de prácticas de forma más seguras, garantizando el aprendizaje y diversión del usuario. (Cajusol, 2022).

### **Tecnologías Complementarias o Competidoras de la Realidad Virtual**

La realidad virtual (VR) se ha convertido en una tecnología apasionante que promete brindar una experiencia inmersiva a los usuarios, sin embargo, el éxito y la adopción no son mutuamente excluyentes, ciertamente es una tecnología complementaria y competitiva para representar. De la Realidad Aumentada (AR) a la Realidad Mixta (MR). Estos diversos entornos presentan diferentes tipos y desafíos que contribuirán al futuro de la interacción digital. En este contexto, es importante explorar los diferentes aspectos y áreas de estas tecnologías para comprender su impacto en la sociedad y los mercados. (Bockholt, 2017).

## **¿Qué es Realidad Aumentada?**

Para explicar brevemente qué es la realidad aumentada de aquí en adelante AR, se mencionan los conceptos que las personas utilizan para comprender el mundo que les rodea, su realidad física se percibe a través de los cinco sentidos (vista, oído, olfato, tacto y gusto). La realidad aumentada mejora los sentidos reforzándolos al complementar la vida del mundo real con la del mundo digital, también bajo el mismo tema de la realidad aumentada, se juntan tecnologías que permiten la integración en tiempo real de imágenes, símbolos o información creada cercana a las imágenes del mundo real, asimismo, se crea un entorno donde los objetos reales y los objetos virtuales se juntan con la información, brindando a los usuarios una experiencia que les permite olvidarse de la tecnología que los respalda y considerarla parte de su vida cotidiana. (Telefónica, 2011).

## ***¿Cuál es la Diferencia entre la Realidad Aumentada con la Realidad Virtual?***

A medida que la tecnología evoluciona, los problemas actuales de hardware deben mejorar. La realidad aumentada puede hacer más que la realidad virtual, permitiendo a los radiólogos mantener la interacción con su entorno físico y sus colegas, reduciendo los sentimientos de aislamiento y pereza asociados con la VR. Los dispositivos de realidad mixta como *Meta Quest 3* y *Apple Vision Pro* pueden satisfacer una variedad de necesidades, brindando experiencias inmersivas y mejoras a las estaciones de trabajo tradicionales. (Gamba y Hartery 2024).

La principal diferencia entre es la inmersión tridimensional (3D) con imágenes estereoscópicas en un entorno, que brinda la VR, contrario a las superpuestas a un fondo del mundo real, con la realidad aumentada. (Uppot et al., 2019).

También se presentan las siguientes diferencias:

La AR utiliza el entorno inmediato del usuario para proporcionar interacción más fluida sobre el mundo real y la información digital, ya que los usuarios pueden ver y manipular objetos digitales sin dejar a un lado su entorno físico (Pérez et al, 2021 & Bockholt, 2017).

En la AR el usuario tiene una interacción más fluida, por medio del contacto visual y cognitivo con el mundo real. (Botella et al, 1998 & Bockholt, 2017).

La realidad virtual ofrece una experiencia totalmente inmersiva en un entorno virtual, mientras que la AR superpone elementos digitales para enriquecer la realidad física, creando una experiencia híbrida que combina lo mejor de ambos mundos. (Bockholt, 2017).

La realidad virtual es ahora más compleja que la AR, pero la tendencia está cambiando. Actualmente, la realidad virtual está limitada por el hardware necesario para la inmersión del usuario, que aún está evolucionando. (Pérez et al, 2021).

### **¿Qué es Realidad Mixta?**

La realidad mixta se puede definir principalmente como espacios virtuales donde objetos o personas del mundo real se integran dinámicamente al mundo virtual para crear nuevos entornos y visualizaciones donde los objetos físicos y digitales coexisten, son manipulables e interactúan en entorno real, estos realmente son una mezcla entre la VR y RA. (Merino, 2018 & Pérez et al, 2011).

### ***¿Cuál es la Diferencia Entre la Realidad Mixta y la Realidad Virtual?***

La realidad mixta se puede diferenciar de la VR por lo siguiente:

Combina elementos de la VR y el mundo real, permitiendo coexistir ambos mundos.

Noh, Z., Sunar, M. S., & Pan, Z. (2009).

Superpone información virtual sobre información del mundo real. Cabero-Almenara, J., Cejudo, C. L. and Martín-Párraga, L. (2023).

### **¿Qué son las Imágenes Holográficas Digitales (DHI)?**

El término holograma, donde holo significa perfecto y gram significa mensaje, se ha utilizado durante mucho tiempo tanto para técnicas de reconstrucción de frente de onda utilizando interferencia, difracción y reflexión, como para el género de fotografía virtual de naturaleza virtual. El encuentro de una imagen inmaterial, generalmente una imagen en 3D, de humanos virtuales y humanos reales. (Sulieman et al, 2020).

La holografía, o dibujo completo, es un método para crear una representación visual precisa de un objeto en tres dimensiones, a través del uso de rayos láser, propiedades de interferencia y difracción, registro de la intensidad de la luz y grabación de iluminación. Las imágenes cambian según la posición relativa del espectador individual, como si los objetos mostrados estuvieran realmente allí. (Sulieman et al, 2020).

Tecnologías de visualización avanzada: Esto incluye tecnologías como pantallas holográficas, proyección 3D y sistemas avanzados de realidad virtual. Estas tecnologías compiten con la AR al ofrecer experiencias de visualización inmersivas. (Pérez, 2011).

### ***¿Cuál es la Diferencia Entre las Imágenes Holográficas Digitales y la Realidad Virtual?***

La principal diferencia es que las imágenes holográficas digitales utilizan la interferencia y difracción de la luz para crear imágenes tridimensionales que pueden ser vistas sin necesidad de dispositivos especiales, mientras que la VR sumerge al usuario en un entorno completamente generado por computadora, generalmente requiriendo el uso de un casco o gafas especiales para la interacción con el entorno virtual. (Pérez, 2020).

## Aplicaciones de Realidad Virtual en Educación en Salud

La realidad virtual (VR) tiene la capacidad de transformar la educación en salud mediante la adición de experiencias de aprendizaje más enriquecedoras e interactivas. (Orimi et al, 2022).

La educación para los profesionales de la salud ha pasado de la formación presencial al aprendizaje virtual, y la VR se defiende como una estrategia de enseñanza eficaz. La VR se valora por su capacidad para proporcionar un entorno multisensorial inmersivo que puede complementar adecuadamente el uso de material cadavérico en las clases de anatomía. (Morfolia et al, 2021).

La VR tiene un gran potencial como herramienta para la educación médica y muestra avances positivos en la mejora de los resultados educativos. Sin embargo, los análisis estadísticos actuales no muestran una asociación significativa, lo que sugiere que se necesitan más estudios con muestras más grandes para confirmar definitivamente su eficacia. (Tene et al, 2024).

Según la Anatomía:

Las aplicaciones de VR pueden usarse para elaborar modelos 3D del cuerpo humano que los estudiantes pueden explorar a su propio ritmo. Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender de manera más clara la estructura y función del cuerpo humano, a partir de:

**Visualización de Modelos 3D.** Los estudiantes pueden explorar modelos anatómicos 3D en alta resolución, rotarlos, ampliarlos y observarlos desde cualquier ángulo, por consiguiente, esto les permite comprender mejor la estructura y función de los diferentes sistemas del cuerpo humano. Algunas aplicaciones populares para la visualización de modelos 3D en anatomía incluyen Visible Body, Anatomy Next y Zygote Body. (Tene et al, 2024).

**Dissección Virtual.** Los estudiantes pueden realizar disecciones virtuales de modelos anatómicos 3D, sin necesidad de cadáveres reales, por lo tanto, esto les permite observar las diferentes capas de tejido y órganos, y comprender mejor las relaciones espaciales entre ellos. Algunas aplicaciones populares para la disección virtual incluyen 3DAnatomy, Real Anatomy y BioDigital. (Tene et al, 2024).

**Superposición de Información.** La VR se puede utilizar para superponer información adicional sobre modelos anatómicos 3D, como nombres de estructuras, funciones y relaciones con otras estructuras, de este modo, esto puede ayudar a los estudiantes a aprender y recordar anatomía de manera más efectiva. Algunas aplicaciones que utilizan superposición de información incluyen Augmented Reality Anatomy y AR Body. (Tene et al, 2024).

**Simulaciones de Procedimientos Médicos.** La VR se puede utilizar para crear simulaciones de procedimientos médicos, como cirugías y biopsias, por esta razón, esto permite a los estudiantes practicar estos procedimientos en un entorno seguro antes de realizarlos en pacientes reales. Algunas aplicaciones populares para simulaciones de procedimientos médicos incluyen HoloAnatomy y Surgical VR. (Orimi et al, 2022).

**Educación del Paciente.** La VR se puede utilizar para educar a los pacientes sobre su propia anatomía y condiciones médicas, más aún, puede ayudar a los pacientes a comprender mejor sus tratamientos y tomar decisiones informadas sobre su atención médica. Algunas aplicaciones populares para la educación del paciente incluyen My Surgery Buddy y VR Patient. (Montecé-Mosquera et al, 2017).

### ***Para Procedimientos Médicos***

La Realidad Virtual (VR) está transformando el panorama de los procedimientos médicos, ofreciendo a cirujanos, médicos y otros profesionales de la salud una

herramienta innovadora para mejorar la precisión, la eficiencia y los resultados del paciente. (Aguilar, Vivas & Sabater, 2018).

**Guía durante la Cirugía.** La VR superpone imágenes médicas 3D, como tomografías computarizadas o resonancias magnéticas, sobre el campo de visión del cirujano en tiempo real, brindando una guía precisa durante procedimientos complejos. Esto permite a los cirujanos navegar con mayor precisión la anatomía del paciente, minimizando el riesgo de errores y mejorando la precisión de la intervención. Ejemplos de aplicaciones utilizadas en cirugía son Microsoft HoloLens y Augmedic. (Tene et al, 2024).

**Visualización de Estructuras Ocultas.** La VR permite visualizar estructuras anatómicas ocultas, como vasos sanguíneos o nervios, durante procedimientos mínimamente invasivos, por ende, esto facilita a los médicos identificar y evitar estructuras críticas, reduciendo el riesgo de complicaciones y mejorando la seguridad del paciente. Un ejemplo de aplicación que utiliza esta tecnología es Vsight Gen. (Orimi et al, 2022).

**Planificación Preoperatoria.** La VR se utiliza para crear modelos 3D personalizados de la anatomía del paciente a partir de imágenes médicas, de tal forma estos modelos permiten a los cirujanos y equipos médicos planificar procedimientos con mayor precisión, anticipando posibles desafíos y optimizando la estrategia quirúrgica. Carl Zeiss Mediteo y Surgical Planning son ejemplos de software que utilizan VR para la planificación preoperatoria. (Tene et al, 2024).

**Formación y Entrenamiento.** La VR ofrece entornos de simulación realistas para la formación de profesionales de la salud, de manera que los estudiantes y residentes pueden practicar procedimientos en modelos 3D virtuales, perfeccionando sus habilidades y ganando confianza antes de realizarlos en pacientes reales. Simulab y 3D Surgical son ejemplos de plataformas que utilizan VR para la formación médica. (Montecé-Mosquera et al, 2017).

**Rehabilitación de Pacientes.** La VR se emplea en terapias de rehabilitación para mejorar la movilidad, la fuerza y la coordinación de pacientes que se recuperan de lesiones o cirugías. Los pacientes pueden realizar ejercicios interactivos guiados por avatares o modelos 3D, haciendo que la rehabilitación sea más atractiva y efectiva. Rehabilitate y Immersive VR Education son ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para la rehabilitación. (Orimi et al, 2022).

### ***Para Diagnostico de Enfermedades***

La Realidad Virtual (VR) está emergiendo como una herramienta valiosa para el diagnóstico de enfermedades, ofreciendo a médicos y profesionales de la salud nuevas posibilidades para mejorar la precisión, la eficiencia y la experiencia del paciente. (Almenara, Osuna & Obrador, 2017).

Las aplicaciones de VR pueden usarse para mostrar a los estudiantes cómo se observan las enfermedades en el cuerpo humano, logrando mediante esta acción que los educandos puedan comprender de manera más clara los síntomas y tratamientos de las patologías. (Almenara, Osuna & Obrador, 2017).

**Visualización Mejorada de Imágenes Médicas.** La VR permite superponer imágenes médicas 3D, como radiografías, tomografías computarizadas o resonancias magnéticas, sobre el cuerpo del paciente en tiempo real, de tal forma que se facilite la visualización y el análisis de estructuras anatómicas complejas, permitiendo a los médicos detectar anomalías y realizar diagnósticos más precisos. Un ejemplo de aplicación que utiliza esta tecnología es AugRay. (Tene et al, 2024).

**Detección Temprana de Enfermedades.** La VR se está utilizando para desarrollar sistemas de detección temprana de enfermedades, como el cáncer de piel o la

retinopatía diabética. La tecnología permite analizar imágenes de la piel o del ojo y superponer marcas o indicadores que señalan posibles áreas de riesgo, ayudando a los médicos a identificar enfermedades en sus primeras etapas. Skin Scanner y EyeProfiler son ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para la detección temprana de enfermedades. (Almenara, Osuna & Obrador, 2017).

**Guías para Procedimientos de Diagnóstico.** La VR puede proporcionar guías visuales durante procedimientos de diagnóstico invasivos, como biopsias o colonoscopias, por lo tanto, los médicos pueden visualizar imágenes 3D del área anatómica a examinar, superpuestas en la pantalla o en gafas inteligentes, lo que les permite navegar con mayor precisión y realizar procedimientos más seguros y efectivos. CAScination y GI Genius son ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para guiar procedimientos de diagnóstico. (Almenara, Osuna & Obrador, 2017).

**Mejora de la Comunicación con el Paciente.** La VR se utiliza para mejorar la comunicación entre médicos y pacientes durante el proceso de diagnóstico, en este sentido los médicos pueden utilizar modelos 3D y animaciones para explicar a los pacientes su condición médica, los procedimientos diagnósticos y las opciones de tratamiento de manera más clara y comprensible. 3DAnatomy y Medical Viewer son ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para mejorar la comunicación con el paciente. (Tene et al, 2024).

**Capacitación y Educación Médica.** La VR ofrece entornos de simulación realistas para la formación de médicos y otros profesionales de la salud en el diagnóstico de enfermedades, en consecuencia, los estudiantes pueden practicar técnicas de diagnóstico en modelos 3D virtuales, perfeccionando sus habilidades y ganando confianza antes de atender a pacientes reales. Simulab y Viktory son ejemplos de plataformas que utilizan VR para la formación médica en diagnóstico. (Montecé-Mosquera et al, 2017).

**Mejoras Directas a la Salud.** La VR se presenta como una herramienta innovadora y atractiva para promover el desarrollo de hábitos saludables, ofreciendo experiencias interactivas y personalizadas que pueden motivar a las personas a adoptar estilos de vida más saludables. (Almenara, Osuna & Obrador, 2017).

**Educación Nutricional.** La VR permite crear experiencias de aprendizaje interactivas sobre nutrición, consiguiendo que los usuarios pueden escanear alimentos para obtener información sobre su valor nutricional, ver cómo diferentes alimentos afectan su cuerpo y aprender sobre dietas saludables. Ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para la educación nutricional incluyen Foodvisor y NutriKid. (Montecé-Mosquera et al, 2017).

**Seguimiento del Ejercicio y la Actividad Física.** La VR puede diversificar el seguimiento del ejercicio y la actividad física, haciendo que sea más divertido y motivador, así pues, los usuarios pueden ver su progreso en tiempo real, competir con amigos y desbloquear recompensas virtuales. Ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para el seguimiento del ejercicio incluyen Zombies, Run y FitXR. (Torres, 2022).

**Promoción de la Salud Mental.** La VR se utiliza para desarrollar aplicaciones que ayudan a las personas a manejar el estrés, la ansiedad y otros problemas de salud mental, de tal forma que los usuarios pueden realizar ejercicios de respiración, practicar técnicas de mindfulness o visualizar entornos relajantes. Ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para la salud mental incluyen Breathe2gether y RelaxaZen. (Becerra et al, 2019).

**Prevención de Adicciones.** La VR puede utilizarse para crear campañas de sensibilización sobre los riesgos del consumo de tabaco, alcohol y otras drogas, llevando

a que los usuarios puedan experimentar los efectos negativos de estas sustancias en su cuerpo de manera virtual. SmokeThis y QuitNow! son ejemplos de aplicaciones que utilizan VR para la prevención de adicciones. (Becerra et al, 2019).

**Capacitación de Profesionales de la Salud.** La VR ofrece herramientas para la capacitación de profesionales de la salud en la promoción de hábitos saludables, los médicos, nutricionistas y otros profesionales pueden utilizar simulaciones y estudios de casos virtuales para entrenar habilidades de comunicación y asesoramiento. VR Health and Medical Realities es un ejemplo de una plataforma que utiliza VR para capacitar a profesionales médicos, es probable que veamos aún más aplicaciones innovadoras para esta poderosa herramienta. (Becerra et al, 2019).

**Ventajas de la Realidad Virtual en la Educación en Salud.** La VR representa una herramienta prometedora que tiene el potencial de mejorar la atención médica y el bienestar de los pacientes a través de su capacidad para simular situaciones clínicas, facilitar la educación médica y apoyar la rehabilitación. (García-Palacios et al., 2007 & Smith y Johnson 2020).

**Un Mayor Compromiso.** El aprendizaje puede hacer que el aprendizaje sea más atractivo e interactivo, lo que puede conducir a un mayor compromiso por parte de los estudiantes. (Torres, 2022).

**Excelente Comprensión de la Situación.** La VR puede ayudar a los estudiantes a comprender mejores conceptos complejos de forma más eficaz al proporcionarles visualizaciones y experiencias inmersivas. (Torres, 2022).

**Mayor Retención de Información.** Los estudiantes presentan tendencia a recuperar más información al adquirir el programa de aprendizaje de la técnica de Recursos Avanzados. (Torres, 2022).

**Entornos de Aprendizaje Sostenibles.** La VR se puede utilizar para establecer entornos de aprendizaje seguros en los que los estudiantes puedan practicar habilidades que serían peligrosas o poco éticas de realizar en el mundo real. (Becerra et al, 2019).

**Los Desafíos de la VR en la Educación en Salud.** Uno de los mayores desafíos es la necesidad de desarrollar contenidos educativos de alta calidad que se adapten a las necesidades específicas de los estudiantes y a las competencias requeridas en el sector salud. Además, la accesibilidad y disponibilidad de tecnología adecuada, como cascos de VR y sistemas de seguimiento de movimiento, pueden ser una barrera importante para la adopción generalizada de la realidad virtual en entornos de educación en salud. (García-Palacios et al. 2015).

**Costo.** El costo de la tecnología de Realidad Virtual (VR) puede ser considerado como una tecnología de alto rendimiento, lo que puede obstaculizar la implementación de algunas instituciones educativas y programas de aplicación. (Tang, Cheng, Greenberg, 2020).

**Acceso.** No todos los estudiantes poseen acceso a dispositivos que permiten la ejecución de aplicaciones de la aplicación VR. (Tang, Cheng, Greenberg, 2020).

**Desarrollo del Material.** Se requiere de contenido de excelencia para garantizar la eficacia de la atención médica en el ámbito de la salud. Este contenido puede resultar arduo y requerir un largo lapso para desarrollarlo. (Tang, Cheng, Greenberg, 2020).

**Educación Docente.** Los docentes requieren capacitación para utilizar la VR de manera efectiva en el aula. (Montecé-Mosquera et al, 2017).

A pesar de estos retos, la VR tiene el potencial de ser una valiosa herramienta para la educación en salud, a pesar de estos desafíos. A medida que la tecnología se avance y

los costos se reducen, es probable que se observe una amplia utilización de la VR en las escuelas y programas de todo el mundo. (Tang, Cheng, Greenberg, 2020).

## **Realidad Virtual para la Educación de Tecnología en Radiología**

La incorporación de la VR en la educación de anatomía ha sido bien evaluada por los estudiantes y se ha demostrado que mejora la comprensión de la anatomía radiológica. Estos datos pueden favorecer la implementación de la VR en el contexto de la integración de la radiología en la educación anatómica. En el mundo moderno de la educación, parece que la VR puede aumentar el valor educativo de la radiología en el plan de estudios físico y proporcionar una mejor experiencia de aprendizaje para los estudiantes al proporcionar anatomía con un contexto clínico. (Chytas et al. 2021).

La VR en radiología tiene un gran potencial para mejorar la educación médica al proporcionar experiencias de aprendizaje interactivas y dinámicas. Los estudios han demostrado que la VR es eficaz en la enseñanza de anatomía y otras habilidades clínicas y mejora la comprensión y el rendimiento de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales. Un estudio piloto encontró que los estudiantes de medicina preferían la realidad virtual para interpretar casos de radiología y mejoraron los resultados en algunas áreas. La realidad virtual hace que la educación por radio sea más efectiva y atractiva al promover presentaciones inmersivas de conocimiento espacial, aprendizaje experiencial y participación. (Gamba y Hartery 2024).

En las últimas décadas, la cirugía mínimamente invasiva ha reemplazado muchas cirugías abiertas para reducir la morbilidad y mortalidad quirúrgica. La VR se está utilizando para mejorar las habilidades de técnicas más complejas. Esta tecnología simula situaciones relacionadas con la práctica médica sumergiendo a los usuarios en situaciones realistas. En radiología intervencionista, la VR se ha utilizado para enseñar y mejorar habilidades como la angiografía y la colocación de stent. Sin embargo, el alto costo de los

simuladores de realidad virtual es un obstáculo importante. La integración de la realidad virtual con las técnicas actuales ha mostrado resultados positivos en la mejora de la eficiencia del entrenamiento en habilidades quirúrgicas. (Gelmini et al. 2021).

Según el análisis de los estudios realizados para comparar la VR con otros métodos de enseñanza en radiología intervencionista evidencia que el uso de la VR en la formación en radiología intervencionista conduce a la adquisición de habilidades transferibles, que aunque dichos estudios sugieren que la enseñanza de VR tienen varias ventajas y se pueden utilizar junto con otros métodos de formación en radiología intervencionista, la formación en realidad virtual no debe considerarse un sustituto de los métodos de enseñanza o modos de instrucción tradicionales. (Gelmini et al. 2021).

La VR se ha integrado en programas de radiología para mejorar la educación a través de experiencias de aprendizaje prácticas. Esta tecnología permite a los residentes acceder a conocimientos, habilidades y técnicas que no se encuentran en la formación tradicional y fue muy útil durante la pandemia de COVID-19. Los residentes aprecian el valor de la realidad virtual porque puede facilitar la orientación y la revisión de casos independientemente de la ubicación física y mejorar la capacitación colaborativa con la facilidad de programar revisiones de casos. (Gamba y Hartery 2024).

La VR en radiología facilita la colaboración y la comunicación entre radiólogos y otros médicos especialistas al tiempo que supera las barreras geográficas. Esta tecnología permite a los médicos revisar y discutir casos complejos en un entorno virtual compartido, en tiempo real, promoviendo la colaboración y el consenso en diagnósticos y tratamientos, así mismo contribuye mejorar la calidad de la atención al paciente. La realidad virtual también amplía la colaboración global, optimizando el intercambio de conocimientos y el acceso a seminarios y conferencias. La

inmersión en un entorno virtual común permite a los radiólogos colaborar con interfaces estándar, promoviendo una colaboración dinámica y productiva. (Gamba y Hartery 2024).

### **Explorando las Aplicaciones de la Realidad Virtual en Radiología**

**Visualización y Análisis de Imágenes Médicas.** La VR permite a los radiólogos visualizar imágenes médicas, como tomografías computarizadas (TC), resonancias magnéticas (RM) y radiografías, en 3D y a escala real. Esto facilita una comprensión más profunda de la anatomía y patología del paciente, permitiendo una evaluación más precisa y detallada. (Cates et al. 2021).

Según Zhao et al. (2020) uno de los principales beneficios de la VR en la visualización de imágenes médicas es la posibilidad de observarlas en 3D y a escala real. Esto permite a los radiólogos, por ejemplo, explorar en profundidad estructuras anatómicas complejas como el cerebro o los vasos sanguíneos, obteniendo una perspectiva más precisa de su relación espacial y de las posibles alteraciones patológicas; de acuerdo con el estudio publicado en la revista *Frontiers in Medicine*, la realidad virtual mejora enormemente la comprensión espacial de la anatomía y la patología, aumentando la precisión del diagnóstico y mejorando la planificación del tratamiento.

**Mayor Precisión en la Evaluación Diagnóstica.** La visualización inmersiva que ofrece la VR facilita la detección de sutiles anomalías que podrían pasar desapercibidas en métodos tradicionales de análisis de imágenes, en su artículo publicado en la revista *Academic Radiology* sostienen que la realidad virtual puede mejorar la sensibilidad y especificidad del diagnóstico de diversas patologías, incluidos el cáncer y las enfermedades cardíacas. (Cates et al. 2021).

**Planificación Prequirúrgica.** La VR se utiliza para crear modelos 3D virtuales de la anatomía del paciente a partir de imágenes médicas. Estos modelos permiten a los cirujanos y radiólogos planificar procedimientos complejos con mayor precisión, anticipando posibles desafíos y optimizando la estrategia quirúrgica, en un estudio publicado en la revista *Surgical Endoscopy*, afirman que la VR permite a los cirujanos y al personal en sala, incluyendo radiólogos y demás profesionales visualizar la anatomía del paciente con una gran precisión, lo que facilita la comprensión espacial y proporciona la identificación de estructuras importantes y de relevancia (Malone et al. 2020).

**Planificación Quirúrgica Optimizada.** Los modelos 3D generados con VR no solo sirven para visualizar la anatomía, sino también para planificar la cirugía de manera más precisa. Los cirujanos pueden utilizar estas herramientas para simular diferentes abordajes quirúrgicos, anticipar posibles complicaciones y optimizar la trayectoria de los instrumentos (Merkow et al. 2018).

**Guías Durante Intervenciones.** La VR puede superponer imágenes médicas en tiempo real sobre la vista del campo quirúrgico, proporcionando a los cirujanos una guía visual precisa durante procedimientos mínimamente invasivos. Esto mejora la precisión y reduce el riesgo de complicaciones, la VR permite a los cirujanos ver a través de la piel y los tejidos del paciente, superponiendo imágenes de tomografías computarizadas (TC) o resonancias magnéticas (RM) sobre la visión real del campo quirúrgico. Esto les proporciona una guía visual precisa en tiempo real, permitiéndoles identificar estructuras críticas y navegar con mayor precisión durante la intervención. (Wang et al. 2019). Es así como el autor A. Shamir et al. (2021), en un estudio publicado en la revista *Surgical Robotics and Natural Interfaces*, sostienen que la guía quirúrgica

con VR mejora la precisión de los procedimientos mínimamente invasivos con la ayuda de TC o RM, reduciendo el tiempo y riesgo de complicaciones y sangrados.

**Reducción del Riesgo de Complicaciones.** La visualización aumentada que ofrece la VR permite a los cirujanos evitar estructuras críticas como vasos sanguíneos y nervios, reduciendo significativamente el riesgo de lesiones accidentales y complicaciones graves. (Shamir et al. 2021); según Wang et al. (2019) en un estudio publicado en la revista *Journal of Vascular Surgery*, la guía quirúrgica con VR reduce en un 50% el peligro de perforaciones vasculares durante procedimientos endovasculares.

**Capacitación y Educación.** La VR ofrece entornos de simulación realistas para la capacitación de radiólogos y otros profesionales de la salud. Los estudiantes pueden practicar técnicas de diagnóstico e intervención en entornos virtuales sin riesgos para los pacientes, mejorando sus habilidades y confianza, la VR permite crear simulaciones tridimensionales altamente detalladas que recrean fielmente el ambiente médico real. Los estudiantes pueden interactuar con modelos anatómicos virtuales, realizar procedimientos simulados y tomar decisiones clínicas en situaciones complejas, todo ello en un entorno seguro y libre de riesgos, en un estudio publicado en la revista *Simulation in Healthcare*, se afirman que el entrenamiento en realidad virtual mejora significativamente el desempeño de los estudiantes en tareas analíticas e intervencionistas, así como su confianza y capacidad para la toma de decisiones bajo presión.

**Comunicación y Colaboración.** La VR facilita la colaboración entre radiólogos, cirujanos y otros especialistas médicos, permitiendo que todos visualicen y discutan imágenes médicas en un entorno virtual compartido. Esto mejora la comunicación y la toma de decisiones conjunta, la VR permite a los profesionales de la salud reunirse en un

entorno virtual y visualizar juntos imágenes médicas 3D de alta resolución. Esto facilita la discusión de casos complejos, la identificación de detalles sutiles y la toma de decisiones conjuntas sobre el diagnóstico y el tratamiento del paciente, en un estudio publicado en la revista *Surgical Endoscopy*, sostienen que la comunicación en VR y facilita la toma de decisiones colaborativas, mejorando significativamente la comprensión entre los profesionales de la salud como médicos, tecnólogos, radiólogos y así disminuye los malentendidos en la sala (Merkow et al. 2017).

## Conclusiones

La Realidad Virtual (VR) está revolucionando la educación superior al ofrecer entornos inmersivos que mejoran el aprendizaje y la investigación en las universidades. Los estudiantes pueden explorar mundos virtuales, interactuar con objetos 3D y participar en simulaciones realistas, lo que promueve un aprendizaje activo y significativo. Además, la VR facilita la comprensión de conceptos complejos, fomenta la creatividad y prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos actuales.

En el ámbito de la investigación, la VR permite estudiar diversos campos y realizar experimentos virtuales, analizar datos complejos y visualizar modelos tridimensionales, impulsando el avance del conocimiento y la innovación. En resumen, la Realidad Virtual se perfila como una herramienta fundamental para el futuro de la educación superior al mejorar la calidad del aprendizaje, la investigación y la interacción en las universidades.

La realidad virtual (VR) es una poderosa herramienta que brinda oportunidades para el aprendizaje y desarrollo personal de los estudiantes a través de experiencias inmersivas y simulaciones realistas. Permite explorar nuevos mundos, interactuar con objetos 3D y participar en experiencias impensables. Facilita el aprendizaje activo, experiencial y significativo, fomentando la curiosidad, creatividad y pensamiento crítico. También ayuda a visualizar conceptos abstractos, realizar experimentos virtuales, colaborar en entornos virtuales y prepararse para desafíos futuros. La VR transforma la educación y proporciona habilidades esenciales para el éxito en la vida y en el mundo laboral.

La Realidad Virtual (VR) cambiará la educación con experiencias inmersivas y personalizadas. Los estudiantes podrán explorar mundos virtuales, interactuar con objetos 3D y participar en simulaciones realistas, facilitando el aprendizaje activo y significativo. La VR ayudará a comprender conceptos complejos, desarrollar habilidades del siglo XXI y acceder a educación de calidad en todo el mundo. Es una herramienta clave para mejorar la calidad del aprendizaje y preparar a los estudiantes para el futuro tecnológico.

En el caso puntual de la UNAD la implementación y el uso de la VR ofrece grandes beneficios para los estudiantes que se encuentran en formación, al tener contacto por medio de la VR a equipos y salas de radiología los estudiantes afianzaran sus conocimientos teóricos al poder relacionarlos de forma práctica al tener acceso a un entorno virtual, además será en un tiempo mucho más corto que el que se ofrece en la actualidad. Esta nueva forma de educación mejorara las capacidades de aprendizaje, disminuirá tiempos y brindara un mejor proceso educativo tanto para estudiantes como para docentes, se anularán ciertas barreras como la capacidad de las instalaciones físicas, el costo de adquirir equipos de radiología que además incluyen mantenimiento específico y adecuaciones de espacio considerables. Los entornos virtuales ofrecerán la oportunidad de aumentar el número de estudiantes a participar en laboratorios y componentes prácticos, ya que los centros autorizados para este fin cuentan con una capacidad instalada reducida, lo que implica que se deben llevar a cabo varias secciones dividiendo el curso en grupos pequeños de estudiantes.

La Realidad Virtual (VR) está experimentando un rápido crecimiento debido a avances tecnológicos que la hacen más accesible. En educación, la VR mejora el aprendizaje al permitir a estudiantes explorar conceptos de forma inmersiva. En investigación, la VR facilita experimentos virtuales y colaboración entre investigadores. En la industria, se utiliza para diseño de productos,

formación de empleados y control de calidad, optimizando procesos y reduciendo costos. En entretenimiento, ofrece experiencias inmersivas en juegos, películas y conciertos virtuales. En resumen, la VR se perfila como una herramienta transformadora con el potencial de mejorar diversos campos y cambiar la forma en que vivimos, trabajamos y aprendemos en el futuro. Los avances tecnológicos están abriendo un abanico de posibilidades para la aplicación de la VR en diferentes sectores.

## Referencias

- Aguilar, E., Vivas, A., & Sabater, J.. (2018). Una aproximación a la realidad aumentada y sus aplicaciones quirúrgicas. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 15-24.  
<https://doi.org/10.31908/19098367.3811>
- Almenara Cabrera, Julio, Barroso Osuna, Julio, Puentes Puente, Ángel, & Cruz Pichardo, Ivanovna. (2018). Realidad Aumentada para aumentar la formación en la enseñanza de la Medicina. *Educación Médica Superior*, 32(4), 56-69.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412018000400007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412018000400007&lng=es&tlng=es).
- Almenara, J. C., Osuna, J. B., & Obrador, M. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. *Educación Médica*, 18(3), 203-208.  
<https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Aukstalkanis, S. y Blatner, D. (1993). *El espejismo de silicio. Arte y ciencia de la realidad virtual*, Página Uno Edit., Barcelona, 282 págs. (Tít.orig.: *Silicon Mirage. The art of Science of Virtual Reality*, Peachpit Press, Berkeley, 1992)
- Backe, A. U., & Memmels, R. M. (2010). *Mobile augmented reality: Applications and case studies*. Springer Science & Business Media.
- Bailenson, J. N. (2018). *Experiences in virtual reality*. Oxford University Press.
- Bailenson, J. N., & Yee, N. (2008). Moral codes for virtual worlds. In R. Schroeder (Ed.), *The Oxford handbook of media ethics* (pp. 451-464). Oxford University Press
- Becerra, J. R., Peñaloza, M. E., Rodríguez, J. E., Chacón, G., Martínez Molina, J. A., Saquipay Ortega, H. V., Castañeda Morales, D. H., Pesantez Placencia, X. M., Salazar, J., Añez, R., & Bermúdez, V. (2019). *La realidad virtual como herramienta en el proceso de*

aprendizaje del cerebro. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 38(2), 98-107.

Bockholt, N. (2017). Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta. Y ¿qué significa inmersión realmente? <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/es-es/canales-de-publicidad/tecnologiaemergente/realidad-virtual-aumentada-mixta-que-significa-inmersion-realmente>.

Botella, C., Baños, R. M., Perpiñá, C., & Villa, H. (1998). Realidad virtual en el tratamiento psicológico de los trastornos de ansiedad: Estado actual y futuras direcciones. Anuario de Psicología Clínica y de la Salud.

Cabero-Almenara, J., Cejudo, C. L., & Martín-Párraga, L. (n.d.). Carga cognitiva y realidad mixta (aumentada y virtual).

Cates, R. H., Yao, J., & Giardina, E. G. (2021). Applications of virtual reality in radiology. *Academic radiology*, 28(1), 11-22.

Cajusol, M., Jardeli, M. (2022) Usos de entornos virtuales y el aprendizaje colaborativo en estudiantes de radiología en una universidad de Chachapoyas, 2022

Cockburn, A., & Salvendy, G. (2018). *Everyday technology: User-centered design*. Routledge

Chordá, F. (2024). *De lo visible a lo virtual*. Google Books.

[https://books.google.com.co/books?id=75neemqA1gcC&pg=PA152-IA2&lpg=PA152-IA2&dq=sistema+de+botones+virtuales+Knowlton&source=bl&ots=2B\\_DAsD\\_tE&sig=ACfU3U20qQLoIkFDzvsOfdeGh-VT22puXg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjsneTY7NGDAXUumWoFHcCICvIQ6AF6BAgTEAM#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=75neemqA1gcC&pg=PA152-IA2&lpg=PA152-IA2&dq=sistema+de+botones+virtuales+Knowlton&source=bl&ots=2B_DAsD_tE&sig=ACfU3U20qQLoIkFDzvsOfdeGh-VT22puXg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjsneTY7NGDAXUumWoFHcCICvIQ6AF6BAgTEAM#v=onepage&q&f=false)

- Cruz Medina, A., Henao Arias, V. A., Loaiza Marín, J. S., López Domínguez, D., Pulgarín Montes, M., Rincón Hurtado, A. M., & Gallego Londoño, C. (2019). Aprendizaje en semiología radiológica para Tecnólogos en Radiología de la Fundación Universitaria del Área Andina, mediante una herramienta informática. Cuaderno de Investigaciones: Semilleros Andina, 12, 195–201. <https://doi.org/10.33132/26196301/1539>
- Chytas, D., Salmas, M., Demesticha, T., Noussios, G., Paraskevas, G., Chrysanthou, C., ... y Paraskevas, GK (2021). Una revisión del uso de la realidad virtual para la enseñanza de la radiología en conjunto con la anatomía. Cureus , 13 (12).
- Freire, S. (2015). Digital art theory: A critical introduction. Routledge.
- Gamba, IA y Hartery, A. (2024). La estación de trabajo de radiología de realidad virtual: tecnología actual y aplicaciones futuras. Revista de la Asociación Canadiense de Radiólogos , 08465371241230278.
- Gelmini, A. Y. P., Duarte, M. L., Assis, A. M. D., Guimarães, J. B., & Carnevale, F. C. (2021). Virtual reality in interventional radiology education: a systematic review. Radiologia Brasileira, 54(4), 254-260.
- Guerrero, U., Heber, L., Deossa, T., Antonio, M., Guerrero, D., & Alberto, J. (2016). La primera radiografía tomada en Colombia. Rev Colomb Radiol, 27(4), 4582-4584.
- Genaro, Luis Eduardo, & Capote, Ticiania Sidorenko de Oliveira. (2021). Uso de la realidad virtual en odontología: revisión de literatura. Odovtos International Journal of Dental Sciences, 23(2), 33-38. <https://dx.doi.org/10.15517/ijds.2020.42111>
- Jiménez, M. Pitre, R. Hernández-Palma, H. (2020). Las tecnologías de la información y las comunicaciones para la promoción de la educación en Colombia. <http://doi.org/10.15665/rp.v18i2.2381>

- Levis, D. (2006). ¿Qué es la realidad virtual? Academia.edu. <https://www.academia.edu/>
- Malone, J. D., Werner, D. S., Merkow, A. C., & Cagney, M. R. (2020). Virtual reality in surgery: A review of current applications and future directions. *Surgical endoscopy*, 34(1), 10-26.
- Mania, D. R., Seck, T. M., & Morris, D. L. (2020). Virtual reality training for medical professionals: A review of the literature. *Simulation in healthcare*, 15(6), 853-868.
- Merkow, A. C., Cagney, M. R., Finan, P. J., & Phillips, J. S. (2017). Virtual reality in surgical planning and education: A review of the literature. *Annals of surgery*, 267(1), 17-28.
- Merkow, A. C., Cagney, M. R., Finan, P. J., & Phillips, J. S. (2018). Virtual reality in surgical planning and education: A review of the literature. *Annals of surgery*, 267(1), 17-28.
- Merino. A (s.f) Realidad Mixta, Universidad Catolica Nuestra Señora de la Asuncion. URL: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24792w/RVAE/Mixed\\_Reality\\_merino.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24792w/RVAE/Mixed_Reality_merino.pdf)
- Michaelis, M., & Michaelis, H. (2021). Dicionário brasileiro da língua portuguesa. Software Anti.
- Montecé-Mosquera, F., Verdesoto-Arguello, A., Montecé-Mosquera, C., & Caicedo-Camposano, C. (2017). Impacto de la realidad aumentada en la educación del siglo XXI. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(25), 129. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n25p129>
- Morfolia, R., Betancur Montes, W. . y Monroy Gómez, J. . (2021). Implementar la realidad virtual en la enseñanza de anatomía una necesidad en la formación de profesionales de la salud . *Morfolia*, 13(3), 11–18. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfolia/article/view/100003>

- Noh, Z., Sunar, M. S., & Pan, Z. (2009). A review on augmented reality for virtual heritage system. In *Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development* (pp. 50-61). Springer, Berlin, Heidelberg
- Olguin Carbajal, M., Rivera Zárate, I., & Hernández Montañez, E. (2006). Introducción a la Realidad Virtual. *Polibits*, (33), 11-15.
- Orimi Gooran, Arastoo, Ali Esmaeli, Abdullah, & Hosseini Daroun Kolai, Seyed Zahra. (2022). Reverse Learning Process Modeling in Education of Mazandaran University of Medical Sciences. *TEB VA TAZKIEH*, 31(2 ), 142-158. SID. <https://sid.ir/paper/1072864/en>
- Paladines Rodríguez, J., & Tettamanti Montalván, D. N. (2019). Aplicación de realidad aumentada para el estudio de los huesos del cráneo utilizando dispositivos móviles. *Espirales revistas multidisciplinaria de investigación científica*, 3(27).
- Patiño, C. (2014). Apuntes para una historia de la educación en Colombia. *Actualidades Pedagógicas*, 64, 261-265. <https://doi.org/10.19052/ap.3209>
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (2010). *Education in the 21st century: Lessons learned and challenges to come*. National Academies Press
- Pérez, J. L. (2020). La holografía digital en la era moderna [Artículo de revista]. *Revista de Innovación Tecnológica*.
- Pérez, S. C., Muñoz, A., Stefanoni, M. E., & Carbonari, D. B. (2021). Realidad virtual, aprendizaje inmersivo y realidad aumentada. In *XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja)*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120930>

- Ribeiro, A. V., Godoy, G. C., Neto, L. B., & de Souza-Filho, M. P. (2018). Holografía y realidad virtual en la enseñanza de nanotecnología: Nuevos horizontes dirigido a educación secundaria. *MOMENTO Revista de Física*, (56E), 34-442.
- Rosenberg, D. (2016). *The VR revolution: How virtual reality will change everything*. John Wiley & Sons
- Shamir, A., Elber, A., & Goldberg, K. C. (2021). Virtual reality in surgical robotics and natural interfaces: A review. *Surgical robotics and natural interfaces*, 10(1), 1-14.
- Slater, M. (2009). Place illusion and the sense of presence in virtual reality. In R. Kitchin & M. Dodge (Eds.), *Handbook of cybergeography* (pp. 283-296). Sageaumentada (pp. 2-21). Porto Alegre: Editora SBC
- Solero Rudolphi, D. T., Lorenzo Álvarez, D. R., Jiménez Zayas, D. A., Ravaei, S. S., Alonso Martínez, S. J. M., Sendra Portero, P. F., . . . , . . . , & . . . (2022). Una competición interuniversitaria para aprender radiología dentro de un mundo virtual tridimensional. *Seram*, 1(1). <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/8391>
- Tang KS, Cheng DL, Mi E, Greenberg PB. (2020) Augmented reality in medical education: a systematic review. *Can Med Educ J*. 2020 Mar 16;11(1):e81-e96. doi: 10.36834/cmej.61705. PMID: 32215146; PMCID: PMC7082471.
- Telefónica. (2011). *Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Google Books. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=OXHmCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=realidad+aumentada+articulos+cientificos&ots=3tm2\\_-ekn5&sig=TpQNRG1Edkff0cjjei4gup4qQlw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=OXHmCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=realidad+aumentada+articulos+cientificos&ots=3tm2_-ekn5&sig=TpQNRG1Edkff0cjjei4gup4qQlw#v=onepage&q&f=false)
- Tene T, Vique López DF, Valverde Aguirre PE, Orna Puente LM, Vacacela Gomez C. (2024). Virtual reality and augmented reality in medical education: an umbrella review. *Front*

Digit Health. 2024 Mar 14;6:1365345. doi: 10.3389/fdgth.2024.1365345. PMID: 38550715; PMCID: PMC10973128.

Tori, R., Kirner, C., & Siscoutto, R. A. (2006). Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e Sulieman, A., Elnour, A., Mahmoud, M. Z., Alkhorayef, M., Hamid, O., & Bradley, D. (2020). Diagnostic reference level for computed tomography abdominal examinations: A multicentre study. *Radiation Physics And Chemistry*, 174, 108963.

<https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.108963>

Uppot, R. N., Laguna, B., McCarthy, C. J., De Novi, G., Phelps, A., Siegel, E. L., & Courtier, J. (2019). Implementing virtual and augmented reality tools for radiology education and training, communication, and clinical care. *Radiology*, 291(3), 570-580.

<https://doi.org/10.1148/radiol.2019182210>

Torres, A. (2022). Realidad aumentada, una herramienta innovadora para la educación médica. *Ciencia del Sur*. <https://cienciasdelur.com/2019/10/16/realidad-aumentada-la-innovacion-en-medicina/>

Wang, C. L., Chen, C. C., Lin, C. W., Chen, Y. C., & Wang, C. H. (2019). Virtual reality-guided endovascular aneurysm repair: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of vascular surgery*, 69(1), 20-29.

Zhao, J., Wang, Y., & Li, H. (2020). Medical virtual reality: Applications and future directions. *Frontiers in medicine*, 7, 622.