

Realidad Virtual - Medicina

1. Introducción a la Realidad Virtual

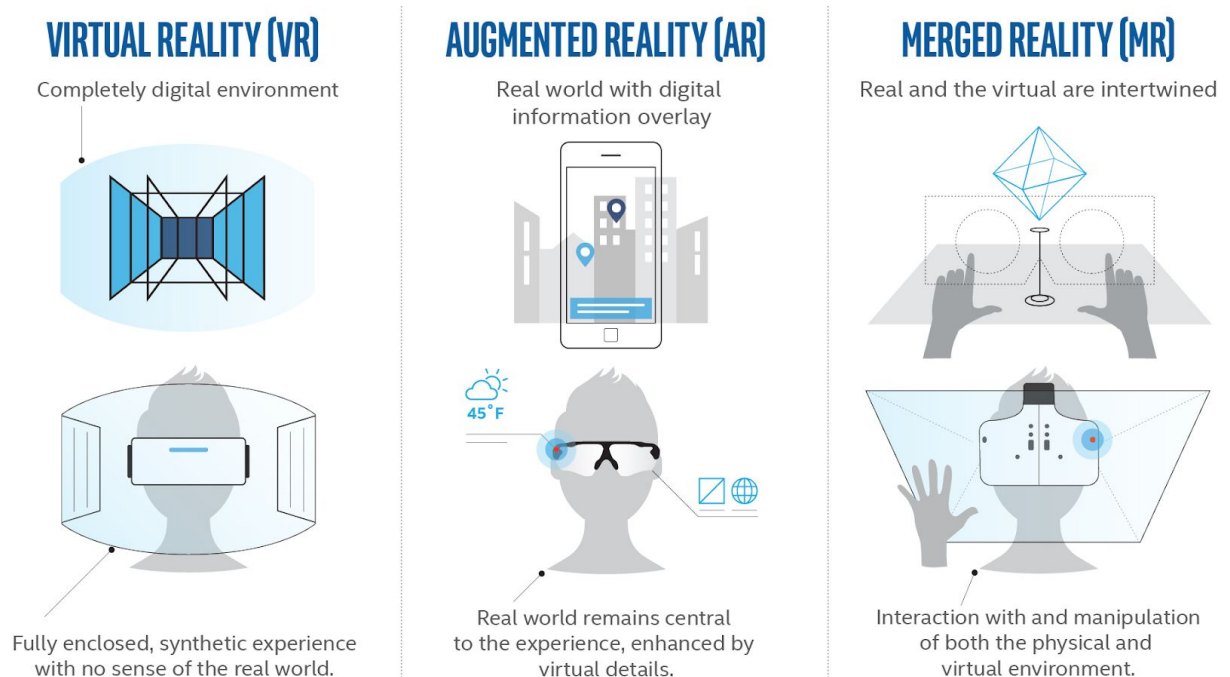
1.1. ¿Qué es la VR?

La definición de realidad virtual, viene de realidad (la percepción que tenemos del mundo como humanos) y de virtual (cercano a la realidad). Por lo que el término realidad virtual básicamente significa “cercano a la realidad”.

Conocemos el mundo a través de nuestros sentidos y sistemas de percepción. Como aprendimos en el colegio, tenemos cinco sentidos: gusto, tacto, olfato, vista y oído. Pero la verdad es que los humanos tenemos muchos más sentidos que estos, como por ejemplo el sentido del equilibrio.

Todo lo que conocemos viene a través de nuestros sentidos, por lo que nuestra realidad no es más que una combinación de toda la información sensorial que el cerebro procesa y que nosotros percibimos.

La realidad virtual es el término usado para describir un entorno 3D generado por ordenador, el cual se puede explorar e interactuar como si realmente estuviéramos presentes. El individuo se vuelve parte de este mundo virtual o se encuentra inmersa y puede manipular objetos e interactuar con el entorno.



<http://www.appliedart.com/blog/vr-ar-or-mr-what-s-the-difference-why-should-i-care>

1.2. Historia

1.2.1. 1800 - Pinturas panorámicas

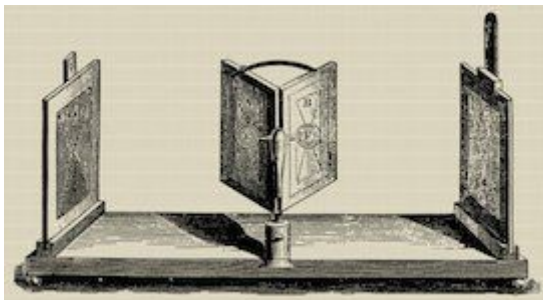
Si nos enfocamos estrictamente en definir la realidad virtual como en crear la ilusión de estar en un sitio en el que realmente no estamos, entonces los primeros intentos de realidad virtual los encontramos en los murales panorámicos de 360° del siglo 19. Estas pinturas tenían la intención de proporcionar a los espectadores una visión completa, haciéndoles sentir que realmente estuvieran en un evento o escena histórica.



Batalla de Borodino, 1812.

1.2.2. 1838 - Imágenes estereoscópicas

En 1838 la investigación de Charles Wheatstone demostró que el cerebro procesa imágenes 2D de cada ojo en un único objeto 3D. Con esto, a través de un estereoscopio el usuario obtenía una sensación de profundidad y de inmersión. El último estereoscopio desarrollado (View-Master, 1939), fue diseñado para realizar turismo virtual. Los principios de diseño del Estereoscopio son usados en la actualidad como por ejemplo en las Google Cardboard o los cascos en los que se puede insertar el teléfono móvil.



Estereoscopio, 1838 (Charles Wheatstone)



Estereoscopio lenticular, 1849 (David Brewster)



The View-Master, 1939 (William Gruber)

1.2.3. 1929 - Link Trainer “The First Flight Simulator”

Creación del primer simulador de vuelo, completamente electromecánico. Utilizado para entrenar y formar a pilotos militares de US de una manera más segura y aumentar sus habilidades. Durante la segunda guerra mundial alrededor de 10.000 simuladores fueron utilizados por unos 500.000 pilotos.



Edward Link



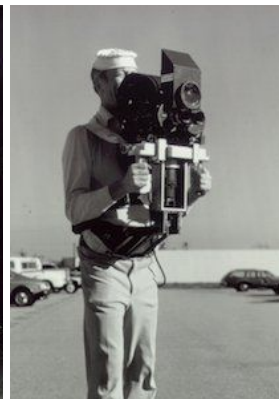
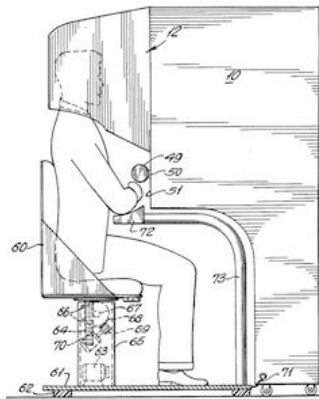
Simulador "Link Trainer"

1.2.4. 1956 - Sensorama

A mediados de los años 50, Morton Heilig desarrolló el Sensorama, que era una cabina que reproducía películas en el interior de una cabina y que además estimulaba todos los sentidos, no solamente vista y sonido. Estaba formada por altavoces, una pantalla estereoscópica 3D, ventiladores, generadores de olor y sillas vibradoras.

El principal objetivo del Sensorama era sumergir al espectador completamente en la película.

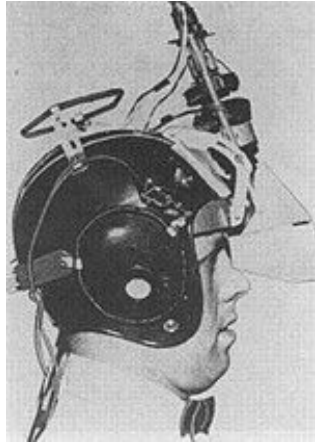
<https://www.youtube.com/watch?v=vSINEBZNCKs>



1.2.5. 1961 - Sistemas de visión con casco

En esta época se crearon los primeros precursores de los cascos de realidad virtual tal y como los conocemos en la actualidad. Estos precursores, incorporaban una pantalla para cada ojo en la que se reproducía el vídeo y un sistema de seguimiento de movimiento magnético, el cual estaba conectado a una cámara.

No fue desarrollado para aplicaciones de realidad virtual (el término no existía todavía), sino que fue desarrollado con fines militares, ya que permitía al individuo sumergirse remotamente en la escena peligrosa captada por la cámara, la cual se movía según los movimientos de la cabeza, lo que permitía observar alrededor del entorno. No tenían integración con computador alguno ni con generación de imagen.



First HDM

1.2.6. 1965 - Ultimate Display

Ivan Sutherland fue un pionero en el campo de gráficos por computador y en 1965 describió el concept “The Ultimate Display”, el cual incluía gráficos interactivos y dispositivos que proporcionaban feedback al usuario.

- Mundo virtual visible con HMD y apariencia realista.
- Hardware computacional para crear el mundo virtual y para actualizarlo en tiempo real.
- Los usuarios pueden interactuar con los objetos en el mundo virtual en una manera realista.

Fue un equipo del centro de Investigación AMES de la NASA quien realmente abrió todas las posibilidades de los mundos de la realidad virtual con su VIEW (Virtual Interface Environmental Workstation) desarrollado

durante los 80 como sistema de entrenamiento para futuros astronautas.

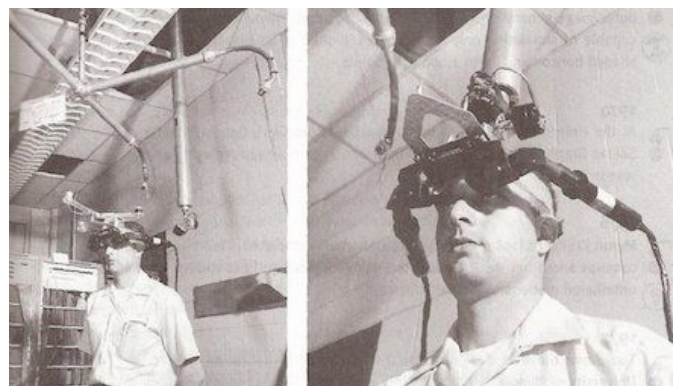
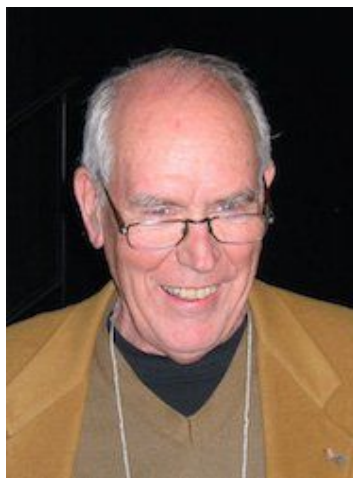


© Nasa Ames Research Center

1.2.7. 1968 - Sword of Damocles

En 1968, Ivan Sutherland y su estudiante Bob Sproull crearon el primer casco de realidad virtual/aumentada, que estaba conectado a un computador y no a una cámara. Era enorme y muy pesado, y se encontraba suspendido del techo. Los gráficos generados por computadora eran habitaciones y objetos de estructura metálica muy primitivos.

<https://www.youtube.com/watch?v=NtwZXGprxag>



Ivan Sutherland - Sword of Damocle

1.2.8. 1985 - VIEW

<https://www.youtube.com/watch?v=DRME41ZB8Cw>

Este sistema utilizado por la NASA para formar futuros astronautas sumerge al individuo en un mundo virtual, y el avance más importante es el seguimiento de los movimientos de la mano.

1.2.9. 1991 - Virtuality Group Arcade Machines

<https://www.youtube.com/watch?v=SP8wSw4bBuA>



1.2.10. 1993 - Sega new VR Glasses

Las dificultades técnicas hicieron que el proyecto se quedará en la fase de prototipo, aunque paralelamente se habían desarrollado 4 juegos para este producto. Fue un gran fracaso para SEGA.



1.2.11. 1995 - Nintendo Virtual Boy

Originalmente conocido como VR-32, era una consola 3D pero que terminó siendo un fracaso, ya que no tenía colores en los gráficos (únicamente rojo y negro), no había mantenimiento y soporte de software y era difícil de usar en una posición confortable. Al año siguiente de su lanzamiento descontinuaron su producción y venta.



1.2.12. 1999 - Matrix

Esta película tuvo un gran impacto cultural y trajo el tema de la realidad virtual a un primer plano

1.2.13. Actualidad



vr más realista del mundo

<https://blogthinkbig.com/una-nueva-herramienta-de-google-logra-la-version-de-vr-mas-real-del-mundo>

2. Motivación

La aparición de la Realidad Virtual en el campo de los videojuegos ha supuesto un cambio drástico en la manera de jugar/interactuar clásica, la cual consistía básicamente en interactuar con los elementos del juego mediante teclado, botones, mandos o joysticks y una pantalla en la que se visualizará el avance del juego. Con la entrada en escena de la Realidad Virtual, se produce una experiencia de juego mucho más inmersiva y más real, lo cual hace que los jugadores experimenten una experiencia de juego mucho más satisfactoria.

Si aplicamos la Realidad Virtual en otros sectores de la sociedad que no sean videojuegos, como por ejemplo la industria, sanidad, o educación/formación, vemos que también podemos beneficiarnos de esta tecnología para realizar tratamientos psicológicos (tratamiento de fobias, depresiones, ansiedad...), para que los médicos/cirujanos puedan realizar operaciones más precisas antes de la operación real, para rehabilitaciones, para que podamos aprender de una forma más interactiva e innovadora o incluso para mantenernos en una buena forma.

Como vemos, la Realidad Virtual tiene muchas aplicaciones que pueden ser de una gran utilidad para muchos sectores de la sociedad, y profundizando en el sector de la medicina, podemos encontrar médicos que analizan con Realidad Virtual el estado de los pacientes, psicólogos que recomiendan terapias que hacen uso de la Realidad Virtual, o incluso cirujanos que simulan las operaciones antes de intervenir al paciente real, y que incluso pueden realizar las operaciones a distancia.

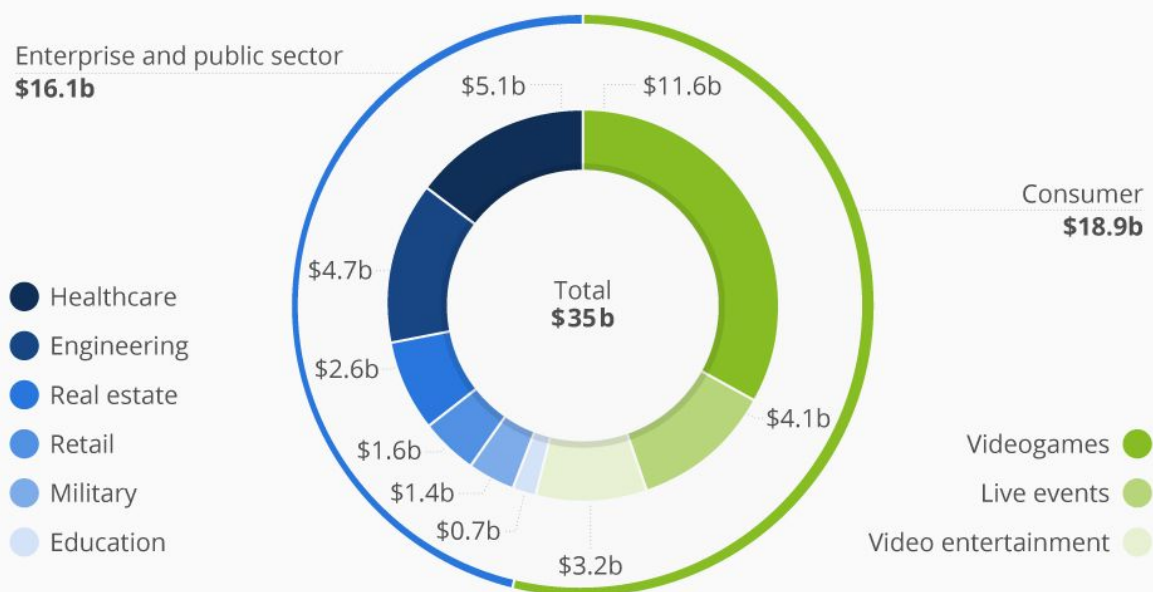
//IMAGENES DE APLICACIONES

La industria médica de la realidad virtual junto con la industria de la realidad aumentada alcanzará un valor de 80 billones de dólares al año (35\$ billones en software y 45\$ billones en hardware) a partir del 2025.

En este gráfico podemos observar una predicción del mercado del software para realidad aumentada y para realidad virtual para el año 2025. Los videojuegos ocupan el primer lugar y la industria de la salud ocupa el tercer lugar, un puesto nada despreciable. La mitad de los beneficios vendrán de parte del sector empresarial y de sel sector público, siendo la ingeniería y la sanidad las dos áreas más prometedoras, y no solamente los juegos y el entretenimiento como podemos pensar en un principio.

The Diverse Potential of VR & AR Applications

Predicted market size of VR/AR software for different use cases in 2025*

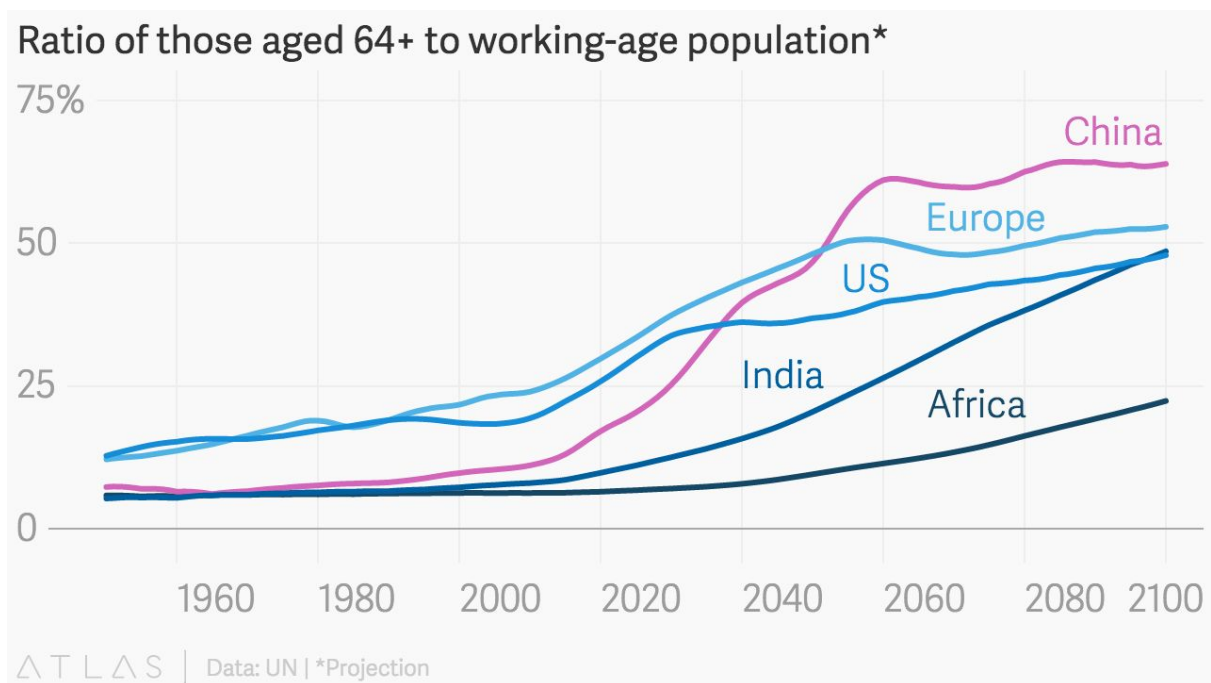


* Base case scenario

@StatistaCharts Source: Goldman Sachs Global Investment Research

statista

Con el paso de los años, va aumentando el número de personas con una edad avanzada, y en las sociedades desarrolladas cada vez más y más personas van a sobrepasar los 75 años, por lo que cada vez es probable que más y más gente presente algún tipo de discapacidad, y necesitarán ser continuamente monitorizadas y tener una asistencia. Por ejemplo en Europa en 2020 se estima que el 25% de la población tenga más de 65 años, y esto significa que muchas personas necesitarán atención médica y asistencia, por lo que se estima que la inversión en el sector sanitario aumento de un 4 al 8% en las próximas décadas. Se estiman que estos gastos se tripliquen para el año 2050.



3. VR aplicada a la medicina

3.1. Historia VR - Medicina

Algunas de las aplicaciones actuales de la VR en la sanidad son las siguientes:

- Entrenamiento cirugías
- Educación y formación de personal sanitario
- Tratamiento psicológicos (Fobias, Tratamiento del Dolor, Estrés postraumático...).
- Neuropsicología: asistencia y rehabilitación de las capacidades cognitivas y del comportamiento funcional.

Dos de las última aplicaciones de VR por ejemplo son para entrenamiento virtual de los cirujanos y módulos de entrenamiento para los enfermeros/as. British startup Medical Realities creó su entrenador virtual de cirujanos para que los cirujanos aprendices pudieran experimentar operaciones a través de los ojos de un cirujano. VR HealthNet desarrolla módulos para los enfermeros y otros profesionales de la medicina con el objetivo de ayudarles a internalizar ciertos procedimientos, de manera que los pacientes reales no corren ningún riesgo.

3.2. Realidad Virtual en la medicina moderna

3.2.1. Formación y entrenamiento

En este campo se utiliza la realidad virtual para proporcionar a los usuarios aprendices las técnicas médicas de una manera eficiente y de una manera objetiva basándose en la información espacial multidimensional. Este método puede ayudar e incluso en ocasiones sustituir a los métodos de enseñanza tradicional.

3.2.2. Formación y entrenamiento

La VR puede crear simulaciones con imágenes 3D muy realistas, que junto a otros sentidos a parte de la vista como puede ser el oído, el tacto y el olfato hacen que realmente sea una experiencia muy precisa y realista. Por ejemplo para observar y analizar la estructura del cuerpo, el soplo cardíaco o las pulsaciones para determinar la raíz y el curso que va a seguir la enfermedad.

Mediante operaciones interactivas simuladas con VR, los estudiantes pueden trasladarse y explorar libremente el cuerpo humano para ver en qué estado están los músculos, huesos, órganos y sistemas funcionan en un paciente sano y en uno enfermos.

En conclusión, la VR proporciona una manera objetiva y sencilla una manera novedosa en materias como la anatomía. Alguno de los recursos de enseñanza médicos más utilizados:

- Visible Human Project (U.S. National Library of Medicine).
- Digital Anatomist Information System of University of Washington
- Brain Atlas of Harvard University
- Vesalius of Duke University

3.2.2.1. Entrenamiento de cirugías

Dado que el 80% de los fallos de las cirugías son producidos por fallos humanos, hace que el entrenamiento sea realmente necesario. La cirugía tradicional enseña basándose en la metodología de “El experto enseña al aprendiz” y la clase es la sala de operaciones. Debido a que el estado del paciente puede cambiar de manera imprevista, hace que el entrenamiento no sea efectivo y sistemático, y además la formación prolongará la duración de la operación, aumentará su coste e influirá en la calidad de la operación, lo que ayuda la recuperación del paciente.

La VR puede preparar entornos de operaciones virtuales y permitir a los doctores observar imágenes en 3D del cuerpo humano, y preparar a los doctor cómo afrontar con distintas situaciones que ocurren en las operaciones clínicas. Además permite practicar la operación sobre un cuerpo virtual y experimentar la sensación real. Una vez que se realiza la cirugía virtual, el aprendiz puede repetir el entrenamiento sin ningún problema (algo que no es posible realizar con un cuerpo real). Al finalizar la cirugía virtual, el sistema puede evaluar la calidad de la operación de acuerdo a distintos parámetros (daño a tejidos, y otros estándares).

En conclusión, la formación con VR tiene ventajas de bajo costo, cero riesgo, permite repetir la operación y sirve a los aprendices a mejorar sus habilidades.

<https://www.youtube.com/watch?v=x9D9eIWZNqM>

<https://www.youtube.com/watch?v=n3mx7Rd-Yb4>

<https://www.youtube.com/watch?v=7uRS2OJrnp0>

3.2.3. Tratamiento médicos

3.2.3.1. Adquisición de datos y análisis

3.2.3.2. Cirugía de prueba y diseño de programa

El simulador puede crear un modelo en 3D con los datos actuales del paciente, que es sobre el que el cirujano podrá realizar el análisis y entrenamiento previo a la cirugía real.

Con esto, el doctor puede planificar todo el proceso de cirugía de una manera más precisa, pudiendo coordinar el equipo de cirugía previamente a la cirugía, lo que aumenta la coordinación entre los miembros.

3.2.3.3. Orientación, Monitorización y predicción de resultados

También se utiliza la VR para guiar y orientar a los cirujanos durante las operaciones. Por ejemplo en la operación para eliminar un tumor cerebral por el Doctor Jolesz, se creó primeramente una estructura 3D basada en imágenes CT o MRI, la cual fue proyecta sobre el cráneo del paciente para planificar cómo cortar la piel, eliminar el hueso y llegar a la posición del tumor cerebral.

<https://youtu.be/WA2lb5IkYS8?t=5m29s>

3.2.3.4. Tratamiento médico a distancia

El tratamiento médico a distancia o telemedicina permite romper las limitaciones de tiempo y espacio, permitiendo que los pacientes que vivan en lugares remotos puedan recibir atención médica de un especialista. La telemedicina se divide en dos aplicaciones:

- **El Diagnóstico a distancia** permite al doctor o especialista que por lo general se encuentran en los hospitales de las grandes ciudades conectarse con los pacientes que se encuentran en zonas remotas, de manera que los doctores pueden oír, ver y tocar al paciente de manera remota para realizar un análisis y diagnóstico del paciente.
- **Operación a distancia** se basa en la misma idea que el anterior concepto, que es permitir que un especialista pueda realizar una operación a distancia mediante un robot a un paciente que se encuentre en una zona remota. Las imágenes captadas por el robot, a parte de ser visualizadas por el cirujano, también se usan para explicar técnicas novedosas de cirugías, para demostraciones y para formación de los profesionales.

3.2.4. Diseño de fármacos

Otra aplicación de la VR es para el diseño de la nueva medicina. Las moléculas tienen una estructura 3D compleja y es difícil de trasladar a un monitor 2D. La VR proporciona la oportunidad para poder visualizar esta estructura y entender las interconexiones e interacciones con otros componentes bioquímicos.

Además de la visualización 3D, la VR ofrece un entorno operativo e interactivo para moléculas, pudiendo así el personal de investigación determinar si dos o más moléculas son compatibles entre sí o por el contrario son incompatibles. En esta imagen podemos ver a un investigador utilizando el Argonne Remote Manipulator, desplazando la molécula del nuevo fármaco y probando los potenciales receptores. Los receptores que no acepten el nuevo fármaco generarán una repulsión, dando feedback de inmediato al investigador. Esto también se puede aplicar a zonas no accesibles por personas, como por ejemplo en reactores de fusión (Proyecto JET):

JET 1: <https://www.youtube.com/watch?v=Rv11zF-jiUs>

JET 2: <https://www.youtube.com/watch?v=pv8UrMUOkww>

3.2.5. Aplicaciones en otras áreas

3.2.5.1. Diseño artificial para partes del cuerpo

3.2.5.2. Prueba y tratamiento de enfermedades mentales

3.2.5.3. Mejora de la seguridad del tratamiento

3.2.6. Limitaciones técnicas

Las aplicaciones de la VR en medicina es una de las áreas de desarrollo más prósperas, pero aún hay muchos problemas técnicos sin una solución:

3.2.6.1. Precisión

Un sistema de VR debe ser capaz de describir con gran precisión de detalles la estructura fisiológica de un paciente. Actualmente, los sistemas de VR se basan en la tecnología de Seguimiento de Posición (Tracking Technology), ya que el computador necesita conocer la posición relativa entre el dispositivo de entrada y el objeto. El sistema de VR solamente es útil cuando la imagen está calibrada por el objeto real, para conseguir una precisa superposición.

3.2.6.2. Realidad

Actualmente los dispositivos de monitorización y la tecnología de procesamiento de imágenes no muestran imágenes con toda la calidad que se requiere.

Hay poco hecho en cuanto a los mecanismos de las sensaciones, y lo que hay, la mayoría está bajo desarrollo. Aún no es posible simular del todo operaciones reales.

En conclusión, es necesario reproducir imágenes realista y un sentido del tacto mucho más evolucionado para mejorar la realidad de la interactividad

3.2.6.3. Tiempo real

Los sistemas VR procesan una gran cantidad de datos con alta precisión. Actualmente no se pueden satisfacer los requisitos de visualización dinámica en tiempo real a no se que la velocidad de procesamiento, capacidad de memoria y velocidad de transmisión por la red sean incrementados.

Por lo tanto, para favorecer esto, la VR tiene que evolucionar el procesamiento paralelo de múltiples dispositivos de Entrada/Salida.

<https://www.youtube.com/watch?v=CdXp7eomEJQ>

3.3. Sistema Quirúrgico Da Vinci

<https://www.youtube.com/watch?v=aA3EVXdB3aE>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZYJaf25ZEAo>

3.3.1. ¿Qué es?

3.3.2. Usos

3.3.3. Resultados

3.4. VR - Formación en medicina

3.5. Ventajas/Desventajas

3.6. Futuro: telemedicina, ¿medicina sin médicos?

3.7. ¿Debate ético?

https://www.youtube.com/watch?v=vb79-_hGLkc

grandes cirujanos, grandes incisiones. Hoy en día este paradigma ha cambiado radicalmente: Los grandes cirujanos hacen mínimas incisiones.

4. Conclusiones

5. Preguntas

6. Bibliografía

Gráfico - Virtual and augmented reality software revenue from
<https://www.statista.com/chart/4602/virtual-and-augmented-realitysoftware-revenue/> (last assessed 27 September 2017).

Medical Realities <http://www.medicalrealities.com> (last assessed 26 September 2017)
VR healthnet <http://healthnet.com>

Grafico edad <https://www.theatlans.com/charts/VJBqP5Zbe>

Virtual Reality Technology in Modern Medicine SHEN Wei 1, ZENG Wen-qi 2
<http://ieeexplore.ieee.org/document/5684506/>

<http://www.pardell.es/tics.-telemedicina-y-esalud.html>
<http://sminter.com.ar/operaciones-a-distancia-o-telecirugia-historia-presente-y-futuro/>
<http://www.cirurobotica.co/historia-de-la-cirugia-robotica/>
<https://www.youtube.com/watch?v=ZYJaf25ZEAo>

ARM -

<https://books.google.es/books?id=gEOjBQAAQBAJ&pg=PA319&lpg=PA319&dq=argonne+remote+manipulator+VR&source=bl&ots=Ffofi7kpgF&sig=XNqSWfV6AcqkzirtUYo4G3EtNOY&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwik1NiPn6naAhUJtxQKHTYsBYoQ6AEIPjAD#v=onepage&q=argonne%20remote%20manipulator%20VR&f=false>

<https://osu.pb.unizin.org/graphicshistory/chapter/1-4-interaction/>
<https://osu.pb.unizin.org/graphicshistory/chapter/17-1-virtual-reality/>

Realidad Virtual e Historia (a partir de traspá 56) - <http://slideplayer.com/slide/4803470/>

<http://www.dailymail.co.uk/health/article-5011417/Virtual-reality-headsets-set-revolutionise-surgery.html>

<https://campussanofi.es/2017/08/31/los-hospitales-espanoles-apuestan-por-el-robot-da-vinci/>

<http://www.abexsl.es/es/noticias/recorte-de-prensa>

<http://www.abexsl.es/es/hospitales>
http://www.farmanews.com/Notasprensa/3384/El_robot_quirurgico_Da_Vinci_alcanza_la_cifra_de_20_unidades

<http://www.tomshardware.co.uk/ar-vr-technology-discussion,review-32940-2.html>

<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html>

<https://excelsior.asc.ohio-state.edu/~carlson/history/lesson17.html>

<https://tbirehabilitation.wordpress.com/2017/07/29/blog-post-tyromotion-introduces-virtual-reality-to-robotic-therapy-to-facilitate-stroke-recovery/>
<https://vrprosthetics.shu.ac.uk> - <https://youtu.be/C6ujXghkmtM>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5622235/>

<https://PollEv.com/surveys/PkumC5J1h/web>
https://viz.polleverywhere.com/surveys/PkumC5J1h?_ga=2.64929384.61188921.1523787023-1489533093.1523129729