

RV - RA - RM

Realidades virtuales, aumentadas y mixtas

Índice general

1	Definiciones	1
1.1	Realidad virtual	1
1.1.1	Virtualidad	1
1.1.2	Relación realidad/irrealidad	1
1.1.3	Inmersión y navegación	2
1.1.4	Usos	2
1.1.5	Productos	3
1.1.6	Técnicas de realidad virtual	6
1.1.7	Problemas de la realidad virtual	7
1.1.8	Tecnoética realidad virtual	8
1.1.9	Véase también	9
1.1.10	Referencias	9
1.1.11	Enlaces externos	10
1.1.12	Bibliografía	10
1.2	Realidad aumentada	10
1.2.1	Definiciones	11
1.2.2	Cronología	11
1.2.3	Tecnología	12
1.2.4	Técnicas de visualización	13
1.2.5	Elementos de la realidad aumentada	13
1.2.6	Niveles	14
1.2.7	Aplicaciones	14
1.2.8	Aplicaciones futuras	16
1.2.9	Literatura	17
1.2.10	Referencias	17
1.2.11	Bibliografía	17
1.3	Realidad mixta	18
1.3.1	Definición	18
1.3.2	Principio de funcionamiento	18
1.3.3	Aplicaciones	18
1.3.4	Ejemplos de aplicación	19
1.3.5	Tecnologías de visualización de realidad mixta	19

1.3.6	Véase también	20
1.3.7	Referencias	20
2	Visores	21
2.1	Casco de realidad virtual	21
2.1.1	Tipos	21
2.1.2	Modelos	22
2.1.3	Características	22
2.1.4	Véase también	22
2.1.5	Referencias	22
2.1.6	Enlaces externos	22
2.2	Oculus Rift	22
2.2.1	Historia	23
2.2.2	Versiones	23
2.2.3	Software	24
2.2.4	Proyectos relacionados	25
2.2.5	Referencias	25
2.2.6	Enlaces externos	26
2.3	HTC Vive	26
2.3.1	Desarrollo	26
2.3.2	Especificaciones técnicas	26
2.3.3	Juegos	26
2.3.4	Adopción	26
2.3.5	Véase también	27
2.3.6	Referencias	27
2.3.7	Enlaces externos	27
2.4	Samsung Gear VR	27
2.4.1	Referencias	27
2.5	Google Cardboard	28
2.5.1	Desarrollo	28
2.5.2	Versión 1.0	28
2.5.3	Versión 2.0	28
2.5.4	Cómo funciona	28
2.5.5	Requerimiento	29
2.5.6	Información de seguridad	29
2.5.7	Referencias	29
2.5.8	Enlaces externos	29
2.6	Oculus VR	29
2.6.1	Enlaces externos	29
2.7	PlayStation VR	30
2.7.1	Historia	30
2.7.2	Hardware	30

2.7.3	Características	30
2.7.4	Demos	31
2.7.5	Mercadotecnia	31
2.7.6	Referencias	31
2.7.7	Véase también	32
2.7.8	Enlaces externos	32
3	Origen del texto y las imágenes, colaboradores y licencias	33
3.1	Texto	33
3.2	Imágenes	34
3.3	Licencia del contenido	35

Capítulo 1

Definiciones

1.1 Realidad virtual



Personal de la armada de los Estados Unidos usando un sistema de realidad virtual para entrenar

La **realidad virtual** (RV) es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. La acepción más común refiere a un entorno generado mediante tecnología **informática**, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través normalmente de un dispositivo conocido como **gafas o casco de realidad virtual**. Este puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad.

La aplicación de la realidad virtual, aunque centrada inicialmente en el terreno del entretenimiento y de los **videojuegos**, se ha extendido a otros muchos campos, como la **medicina**, la **arqueología**, la **creación artística**, el **entrenamiento militar** o las **simulaciones de vuelo**.

1.1.1 Virtualidad

La virtualidad permite (o bien pretende) una ruptura en la relación habitual del sujeto (persona inmersa en el mundo virtual) con las coordenadas espacio-temporales. La simulación del entorno físico puede incorporar patrones de movimiento y velocidad que alteran los parámetros originales de la relación tradicional del sujeto con la realidad física. Nuevos esquemas de interacción entre informa-

ción, movimiento y comunicación dan cabida a perspectivas cognitivas hasta ahora desconocidas. Por ejemplo, al romperse las barreras físicas primarias, como la gravedad o la solidez de los objetos que rodean al sujeto. Así, en simulaciones de realidad virtual es posible volar, atravesar paredes o respirar bajo el agua, por citar algunas posibilidades iniciales. En síntesis: la realidad virtual permite la generación de entornos que trasgreden las restricciones habituales de espacio-tiempo, lo cual hace posible la generación de movimiento, intercambio y comunicación.

Autores como Pierre Lévy han señalado la existencia de diferentes *niveles de virtualidad* en su relación con la dimensión (bidimensional/tridimensional) y con la realidad. Estos niveles van desde un continuo que comienza con una menor virtualidad de aquellos aspectos que nos alejan de la realidad o que categorizamos a priori como claramente imaginarios o ilusorios, aumentando con lo bidimensional, hasta las posibilidades que ofrece la tridimensionalidad en su relación de semejanza o analogía con lo real.

1.1.2 Relación realidad/irrealidad

La realidad virtual ha eliminado la frontera existente entre **realidad** e **irrealidad**. No se trata en este caso de la imposibilidad de separación entre lo real y aquello que no lo es, sino la difusión de los límites que los separan. La amplia variedad de posibilidades que ésta ofrece, ha facilitado el establecimiento de un estatus de realidad, sustentado fundamentalmente en tres aspectos:

- La realidad virtual es **compartida** con otras personas. Se centra generalmente en la interacción interpersonal, que a pesar de no producirse en el mismo espacio-tiempo, sí es percibida como un acto colectivo.
- Tiene una estrecha relación con el **mundo físico** dada su interrelación e influencia mutua. La experiencia en la realidad virtual viene mediada por la experiencia en el mundo real y ésta es influida por lo que allí es experimentado.
- Está interconectada con la **producción artística**, ya que se convierte en un espacio más de creación con

motivaciones estéticas.

La generación de nuevas oportunidades en entornos diversos ha facilitado la existencia de posibilidades emergentes para la reconstrucción de la propia *identidad*. Los entornos virtuales, y más concretamente la realidad virtual, han generado un espacio de *moratoria* para la construcción de la identidad sustentada en la creación de más de un *yo*. La existencia de estas identidades múltiples favorece la experimentación, pudiendo adoptar, potenciar o desestimar aspectos puestos en práctica en estos entornos, en la propia cotidianidad. Se trataría pues de un espacio de interrelación entre los espacios cotidianos y la realidad virtual, en que las propias experiencias en estos entornos producen una mutua influencia, generando una ruptura de las fronteras entre ambos.

1.1.3 Inmersión y navegación

La realidad virtual puede ser de dos tipos: *immersiva* y *no immersiva*. Los métodos inmersivos de realidad virtual con frecuencia se ligan a un ambiente tridimensional creado por un ordenador, el cual se manipula a través de cascos, guantes u otros dispositivos que capturan la posición y rotación de diferentes partes del *cuerpo humano*. La realidad virtual no inmersiva también utiliza el ordenador y se vale de medios como el que actualmente nos ofrece *Internet*, en el cual podemos interactuar en tiempo real con diferentes personas en espacios y ambientes que en realidad no existen sin la necesidad de dispositivos adicionales al ordenador. Nos acercamos en este caso a la *navegación*, a través de la cual ofrecemos al sujeto la posibilidad de experimentar (*moverse, desplazarse, sentir*) determinados espacios, mundos, lugares, como si se encontrase en ellos.

La realidad virtual no inmersiva ofrece un nuevo mundo a través de una ventana de escritorio. Este enfoque no inmersivo tiene varias ventajas sobre el enfoque inmersivo como son el bajo costo y fácil y rápida aceptación de los usuarios. Los dispositivos inmersivos son de alto costo y generalmente el usuario prefiere manipular el ambiente virtual por medio de dispositivos familiares como son el teclado y el ratón que por medio de cascos pesados o guantes.

El alto precio de los dispositivos inmersivos ha generalizado el uso de ambientes virtuales fáciles de manipular por medio de dispositivos más sencillos, como es el ejemplo del importante negocio de las videoconsolas o los juegos en los que numerosos usuarios interactúan a través de *Internet*. Es a través de *Internet* como nace *VRML*, que es un estándar para la creación de estos mundos virtuales no inmersivos, que provee un conjunto de primitivas para el modelaje tridimensional y permite dar comportamiento a los objetos y asignar diferentes animaciones que pueden ser activadas por los usuarios.

Por último hay que destacar algunas mejoras que facili-

tan los sistemas de realidad virtual, en lo que se refiere al tratamiento de enfermedades relativas a problemas de movilidad.

1.1.4 Usos

Educación y formación

A pasos agigantados avanza en el ámbito de la educación, aunque aún queda mucho por hacer. Las posibilidades de la realidad virtual y la educación son infinitas y traen muchas ventajas a los alumnos de todas las edades. Pocos están creando contenido para la educación, ya que toda la atención y avances se están realizando en la industria del entretenimiento, aunque muchos dan por hecho que es lo que viene en el futuro y será una pieza clave en la educación.^[1]

En estudios universitarios esta ya es usada con fines de práctica y para generar experiencia como para diseñar modelos de arquitecturas (*ingenierías*) o ver algunos sistemas del cuerpo humano (*medicina*).

Formación o entrenamiento

El uso de la realidad virtual permite entrenar a los profesionales militares en un entorno virtual donde pueden mejorar sus habilidades sin la consecuencia de entrenar en un campo de batalla.

La realidad virtual juega un papel importante en el entrenamiento de combate para los militares. Permite a los reclutas entrenar bajo un ambiente controlado donde responden a diferentes tipos de situaciones de combate. Una realidad virtual totalmente envolvente que utiliza una pantalla montada en la cabeza (*HMD*), trajes de datos, guante de datos, y el arma de realidad virtual que se utilizan para entrenar en combate. Esta configuración permite que el tiempo de reposición del entrenamiento sea más corto y permite una mayor repetición en un corto período de tiempo. El entorno de entrenamiento es totalmente inmersiva, permite a los soldados entrenar a través de una amplia variedad de terrenos, situaciones y escenarios.

La realidad virtual también se utiliza en la simulación de vuelo para la Fuerza Aérea donde las personas se entrenan para ser pilotos. El simulador se instalaba en la parte superior de un sistema de elevación hidráulico que reacciona a las órdenes y eventos del usuario. Cuando el piloto dirige el avión, el módulo se gira e inclina en para proporcionar retroalimentación háptica. El simulador de vuelo puede variar desde un módulo completamente cerrado a una serie de monitores de ordenador que proporcionan el punto de vista del piloto. Las razones más importantes sobre el uso de simuladores educativos con un avión real son la reducción de los tiempos de transferencia entre la formación de la tierra y de vuelo real, la seguridad, la economía y la ausencia de contaminación. De la misma

manera, las simulaciones de conducción virtuales se utilizan para entrenar a conductores de tanques en los conceptos básicos antes de que se les permita operar el vehículo real. Por último, lo mismo pasa con simuladores de conducción de camiones, en los que los bomberos belgas son entrenados para conducir de una manera que impide el mayor daño posible. A medida que estos conductores poseen menos experiencia que otros conductores de camiones, la formación de realidad virtual les permite compensar esto. En un futuro próximo, se espera que todos los proyectos similares tengan esta capacitación, incluyendo la policía.

Salud

Psicología En psicología, el uso de la Realidad Virtual ha sido bastante novedoso ya que esta logra que el sujeto ya no se encuentra en una posición pasiva, puede moverse por el entorno e interactuar con él de diferentes maneras logrando que la interacción se haga más íntima y con ello ganar ergonomía.^[2]

Las aplicaciones principales que se han desarrollado hasta el momento tienen que ver con técnicas de exposición empleadas habitualmente para el tratamiento de las fobias. Max M. North, Sarah M. North y Joseph K. Coble, estos científicos trataron la aerofobia, fobia social, agorafobia pero se ha avanzado también en otros campos como los trastornos alimentarios. También, existen ya numerosas aplicaciones de la realidad virtual para la rehabilitación psíquica y psicomotora.

Un estudio acrofobia es el de Emmelkamp, en el que se compara la eficacia de una intervención mediante realidad virtual con la de un procedimiento de exposición in vivo en pacientes con miedo a las alturas y se realiza un seguimiento de seis meses. Se concluye que ambos procedimientos llevan a resultados similares.

Sin embargo; no todos los estudios han presentado resultados positivos en su tratamiento sobre las fobias, una investigación posterior sobre agorafobia corresponde a Jang, D. ha sido un caso en el que la aplicación de la realidad virtual no ha sido eficaz para reducir síntomas fóbicos, los autores sugirieron que se debió a un grado de inmersión insuficiente.

Medicina El personal médico se forma a través de realidad virtual para hacer frente a una mayor variedad de lesiones. Un experimento se realizó en dieciséis residentes de cirugía, donde ocho de ellos fue a través de la colecistectomía laparoscópica a través de entrenamiento virtual. Luego salieron 29 % más rápido en la disección de la vesícula biliar que el otro grupo.

1.1.5 Productos

Diversas empresas están trabajando actualmente sobre productos de realidad virtual. Algunos están en fase de desarrollo, otros disponibles comercialmente:

Cascos o gafas

Conocidos también como HMD, se distinguen fundamentalmente dos tipos: los que llevan pantalla incorporada y los que son esencialmente una carcasa destinada a que el usuario introduzca un smartphone.

En cuanto al display, solía utilizarse tecnología LCD, aunque empiezan a aparecer algunos como el Razer OSVR HDK 2, el propio PlayStation VR, o el nuevo Oculus con pantallas OLED. Mientras que algunos HMDs utilizan dos displays LCD (uno para cada ojo), otros optan por un único display con una división en el centro. Algunos tienen unas lentes colocadas entre los ojos y el display, y pueden ajustarse a la distancia de los ojos. Las lentes modifican la imagen para cada ojo, cambiando el ángulo de la imagen 2D de cada display para crear un efecto 3D, simulando las diferencias con las que se ven las cosas con un ojo respecto al otro.^[3]

Otro aspecto importante de los HMDs es el campo de visión. Los seres humanos tenemos un campo de visión horizontal de unos 180° a 220°, en ocasiones más, aunque varía de persona a persona. Esta visión es monocular, es decir sólo es percibida por uno de los dos ojos. El campo de visión percibido por ambos ojos (y que por tanto vemos en 3D) es de unos 114°. Por este motivo, un campo de visión de 360° sería innecesario. La mayoría de HMDs funcionan con un campo de visión de entre 110° y 120°.^{[3][4]}

Por último, hay que destacar dos puntos: los fotogramas por segundo (FPS) y la latencia. Es imprescindible un mínimo de 60 FPS para que el ojo perciba las imágenes de manera natural y no provoque mareo. Todos los HMDs importantes superan este mínimo. El otro punto es la latencia, que ha de ser inferior a 20 ms para que el usuario no experimente una sensación de retraso entre lo que hace y lo que ve.^[3]

- Gafas con pantalla incorporada:

- **Oculus Rift:** aparato de realidad virtual para usos tanto lúdicos como profesionales, desarrollado por la empresa Oculus VR (adquirida por Facebook por casi 2 000 millones de euros en 2014^[5]). Está en fase de desarrollo pero se puede comprar su modelo experimental. Funciona conectado a un ordenador, donde se ejecuta el software, lo que le permite aprovechar toda la potencia de aquel para su recreación del mundo virtual.
- **Playstation VR:** conocido también como Morpheus, es un casco de realidad virtual actualmente en desarrollo por Sony. Está diseñado para ser plenamente



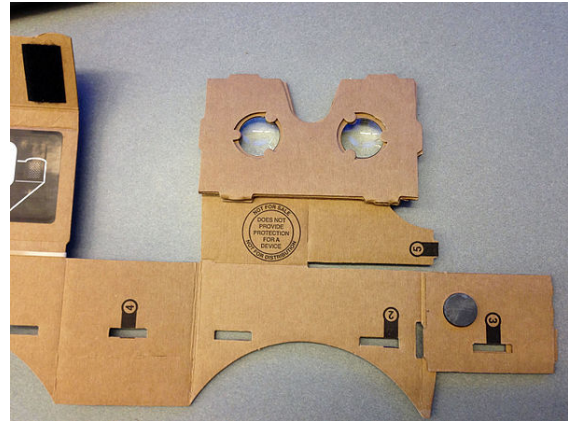
Oculus Rift.

funcional con la consola Playstation 4 y Playstation 4 Pro. Puesta en venta el 13 de octubre del 2016.

- **Microsoft HoloLens:** gafas de realidad aumentada y realidad mixta en desarrollo por Microsoft dentro de su plataforma Windows Holographic. Presentadas al público en 2015. A diferencia de otras, llevan incorporado su propio hardware de procesamiento y su sistema operativo (Windows), por lo que son independientes de cualquier aparato externo. Utiliza su propia plataforma que se ha bautizado Windows Holographic, la cual fue abierta a otros fabricantes a principio de junio de 2016.
- **HTC Vive:** proyecto conjunto de Valve Corporation y HTC, actualmente en desarrollo, de un HMD con una resolución anunciada de 1080x1200 para cada ojo, tasa de refresco de 90 Hz, y más de 70 sensores de posición y orientación. Forma parte del proyecto SteamVR de Valve.
- **StarVR:** desarrolladas por Starbreeze Studios y compatibles con el sistema abierto SteamVR. Destacan por su amplio campo de visión (210°) al utilizar dos pantallas de 2560 x 1440, una para cada ojo.
- **FOVE VR:** poseen la peculiaridad de incorporar seguimiento del ojo (seguimiento ocular), lo que permite cosas como enfocar la imagen de acuerdo con el lugar adonde se mira, o nuevas formas de interacción visual.

- Carcasas o gafas de RV móvil:

- **Samsung Gear VR:** aparato de realidad virtual desarrollado por Samsung en colaboración con Oculus VR. A diferencia del Oculus Rift, no incluye pantalla, sino que es mayormente una carcasa con algunos botones y un sensor avanzado de movimiento, concebida para colocar en ella un teléfono de la propia Samsung que hará las funciones de pantalla y de procesador informático.



Un Google Cardboard, \$5 Kit

- **Google Daydream:** plataforma de realidad virtual desarrollada por Google. Será lanzado en Noviembre de 2016 y estará disponible solo para dispositivos certificados. Primeros servicios presentados son Google Street View o una experiencia de cine^[6].
- **Google Cardboard:** carcasa de cartón destinada a poder experimentar la realidad virtual a nivel doméstico colocando en ella un *smartphone* de cualquier marca.^{[7][8]}
- **Carcasas de plástico y otros materiales:** con una funcionalidad similar a las Google Cardboard, existen numerosas carcasas de otros fabricantes, tanto en cartón (los modelos más baratos) como en plástico. Ejemplos de esto último son las Homido, Durovis Dive, CrossColor, Lakento, Zeiss VR One, y un largo etcétera.

- Modelos antiguos:

- **Virtual Boy:** consola lanzada por Nintendo en 1995 que incluía unas gafas monocromas que reproducían un entorno 3D, precursora por tanto de la realidad virtual. Su fracaso comercial la hizo desaparecer del mercado al año siguiente de su lanzamiento.
- **Forte VFX1:** fue un HMD lanzado al mercado en 1995. Se conectaba a un PC y ofrecía imagen estereoscópica con seguimiento de cabeza en 3 ejes y una resolución de 263x230 píxeles.
- **eMagin Z800 3Dvisor:** HMD fabricado a partir de 2005, con dos pantallas OLED de 800x600 píxeles, que estaba destinado principalmente al visionado de imágenes 3D o para su uso como monitor portátil, aunque incorporaba también sensores de movimiento que hacían posible usarlas con juegos FPS.^[9]

Guantes

- **Gloveone:** dispositivo háptico de realidad virtual desarrollado por NeuroDigital Technologies. Es un

guante que permite recibir sensaciones hápticas mediante diez actuadores dispuestos estratégicamente en las yemas de los dedos y la palma de la mano con la finalidad de hacer llegar al usuario la sensación de tener o sentir un objeto en su propia mano. Gloveone además proporciona seguimiento de manos y dedos por sí mismo, aunque es 100 % compatible con Leap Motion, Intel RealSense. Permite interactuar con objetos mostrados en la pantalla de un ordenador o con HMD como Oculus Rift, Samsung Gear VR, HTC Vive o OSVR.^[10]

- **PowerClaw:** Interfaz que estimula la piel, logrando desarrollar el sentido del tacto. El dispositivo tiene la funcionalidad de generar la sensación de calor, frío, vibración y rugosidad. Este sistema cuenta con una integración directa con el Oculus Rift y Leap Motion.

Periféricos



Plataforma omnidireccional Cyberith Virtualizer, en la Gamescom 2013.

- **Virtuix Omni:** accesorio periférico para el Oculus Rift, consistente en una plataforma omnidireccional sobre la que el usuario puede caminar sin moverse del sitio.

- **Cyberith Virtualizer:** otra plataforma omnidireccional, similar a la anterior, desarrollada por una empresa austriaca.
- **Leap Motion:** accesorio consistente en un sensor que percibe a distancia los movimientos de la mano, convirtiéndola así en un dispositivo de entrada (un controlador).
- **STEM System:** sistema para la detección inalámbrica de los movimientos corporales, desarrollado por la empresa Sixense. Supone una ampliación sobre el controlador Razer Hydra, del mismo fabricante.
- **PrioVR:** similar en funcionalidad al anterior, se ocupa de trasladar al entorno virtual los movimientos corporales del usuario.

Otros sistemas

- **Sistemas CAVE** (*cave automatic virtual environment*): son una tecnología que crea un entorno de realidad virtual en una habitación con forma de cubo, en cuyas paredes se proyectan las imágenes. El usuario, situado en el centro del cubo, observa las imágenes a su alrededor con unas gafas 3D para tener sensación de profundidad. El sonido se genera con altavoces situados en distintos puntos de la habitación. Estos sistemas existen desde los años 1990.

Software y contenidos

Junto a los productos de *hardware* recién mencionados, diversas empresas están elaborando *software* y contenidos, con las herramientas disponibles para ello, para ser disfrutados a través de los dispositivos de realidad virtual. Algunos que se pueden destacar son:

- **Demos** (entornos para explorar): Tuscany Dive, Riftcoaster, Proyecto Evil Dead, Cmoar Roller Coaster VR
- **Videojuegos:** Elite: Dangerous, Alien Isolation, EVE Valkyrie, Hardcode VR, Lamper VR, Anshar Wars 2, Land's End, House of Terror VR...; así como mods de juegos clásicos adaptados a RV: Team Fortress 2, Half-Life 2, Richard Burns Rally, Quake VR...
- **Vídeo:** vídeos 360 y aplicaciones para verlos (YouTube, Within, Cineveo, CineVR...).
- **Educación:** Space Engine, Expeditions
- **Turismo virtual:** VR Cities, Sites in VR
- **Artes plásticas:** Inception VR
- **Medicina**

Problemas identificados por los consumidores

Frobes identifica cuatro problemas a evitar en los próximos productos de VR^[11]:

- Necesidad de conectar las gafas a un PC - introducción de un móvil es importante
- Precio demasiado alto para la mayoría de la gente
- Falta contenido para justificar la compra
- Cascos muy pesados - llevados un tiempo limitado

1.1.6 Técnicas de realidad virtual

Es necesario aplicar una serie de técnicas para que el usuario tenga sensación de realidad. Las más importantes son el seguimiento de cabeza, de movimiento y ocular.

Seguimiento de cabeza

El seguimiento de cabeza permite a una aplicación reconocer los movimientos de cabeza del usuario, y realizar un desplazamiento de la imagen cuando éste mueve la cabeza en cualquier dirección. Para realizar este seguimiento se utilizan unos acelerómetros, giroscopios y magnetómetros incorporados en los HMDs. Además, cada compañía utiliza una técnica propia para determinar la posición de la cabeza.^[3]

El Oculus Rift utiliza su propio sistema llamado Constellation Tracking System. Consiste una serie de 20 LEDs infrarrojos colocadas alrededor del headset formando un patrón reconocible y un sensor. El sensor va captando fotografías y analizando la posición de todos los LEDs, permitiendo así el seguimiento.^[3]

Algo parecido es lo que usa **PlayStation VR**, excepto que son solo 9 LEDs. La desventaja del PSVR es que ha de ajustarse con la cámara cada vez que una persona de diferente estatura (por ejemplo) lo utiliza. Además, la PlayStation Camera, necesaria para poderlo utilizar, ha de estar bastante cerca del usuario para funcionar bien. De hecho, Sony recomienda que se utilice el PSVR sentado, a aproximadamente 1.5 metros de la cámara y con espacio suficiente para realizar algunos movimientos ligeros. De hecho, a partir de esta distancia el rendimiento disminuye, y Sony no garantiza que la cámara detecte correctamente el movimiento a partir de los 9.8 pies (unos 3 metros).^{[12][13]}

El método que utiliza el **HTC Vive** es bastante más novedoso. Se trata de un sistema de seguimiento llamado Lighthouse, desarrollado por **HTC** y **Valve**. No requiere de ninguna cámara, y el HMD no emite luz. El sistema consiste en dos cajas que se colocan en la pared con un ángulo de 90°.

Después hay que determinar el tamaño de la sala. Éstas cajas contienen unas LED y dos emisores de láseres, uno

horizontal y uno vertical. Por otro lado, el HMD y los dos mandos (son necesarios dos para poder determinar la posición de ambas manos y brazos) disponen de sensores que captan la luz y los láseres emitidos por las cajas. Las LEDs se iluminan y los dispositivos receptores empiezan a contar. Uno de los dos láseres emite un barrido por toda la sala. Los dispositivos detectan que sensores han sido alcanzados por el barrido y cuánto tiempo ha pasado desde el flash de las LEDs y utilizan esta información para calcular su posición respecto a las cajas. Al acercarte demasiado a un muro, una cuadrícula translúcida aparece avisando de que estás cerca de una pared real. Todo esto con un jitter (la imprecisión de las mediciones cuando el objeto está inmóvil) de tan solo 0.3 mm.^{[14] [15]}

Rastreo de movimiento

El seguimiento o rastreo de movimiento es una extensión del seguimiento de cabeza, pero permitiendo reconocer otro tipo de movimientos, como el de las extremidades. Este terreno no está tan avanzado como el anterior aunque las grandes compañías están enfocando su interés en él.^[3]

Aparte del prometedor y ya mencionado **Lighthouse de Valve** existen otras opciones, por ejemplo el **Leap Motion Orion**. Éste es un sistema extremadamente preciso de seguimiento de las manos. Detecta todos los movimientos de los dedos y las articulaciones incluso sobre entornos difusos y con niveles variables de luz. Aún tiene algunas desventajas, como el hecho de que has de estar mirando tus manos para que el sistema las detecte. Otro problema, no exclusivo de Orion, es la falta de algo tangible en las manos. En la vida real, cuando entramos en contacto con algo, nuestro sentido del tacto se activa y lo sentimos. En la realidad virtual en cambio, nuestras manos están vacías y por tanto no tenemos forma de saber si estamos sujetando el objeto de la manera que queremos, o la fuerza que estamos aplicando sobre él. Los desarrolladores están intentando suplir esta falta de respuesta táctil mediante señales auditivas que indiquen cuándo y cómo entramos en contacto con un objeto, pero la sensación no es la misma.^{[16] [17]}

La alternativa de Oculus es el **Oculus Touch**, un sistema de input que consiste en dos mandos sujetos a las manos por las muñecas, que pretenden hacer sentir al usuario que está usando sus propias manos. Cada uno de estos dos controles tiene forma de medialuna y dispone de dos botones, un mando analógico y un gatillo analógico, además de un mecanismo denominado disparador de mano, que replica la sensación de disparar un arma. Touch también hace uso del Constellation Tracking System y a diferencia de Leap Motion Orion, sí que dispone de respuesta táctil. Los mandos además disponen de unos sensores que permiten detectar una serie de poses como señalar o alzar el pulgar. La desventaja de Touch respecto a Orion es que, a pesar de ser muy avanzado, no deja de ser un mando y por tanto queda lejos de la libertad de movimiento que ofrece este último.^{[18][19]}

También cabe destacar la contribución de la empresa española NeuroDigital Technologies con su **GloveOne**. Es un guante que pretende dar al usuario ese feedback táctil tan deseado. Actualmente no dispone de sistema de seguimiento, así que se vale de un Leap Motion para ello, pero permite al usuario percibir el peso, la forma, el volumen y la textura de los objetos con los que interactúa. Para ello se vale de unos sensores situados cerca del pulgar, índice y los dedos centrales, además de la palma de la mano. Además, contiene 10 actuadores distribuidos entre la palma y las puntas de los dedos. Cada uno de ellos vibra de manera individual, con distintas frecuencias e intensidades, reproduciendo de manera precisa las sensaciones del tacto.^{[20][21]}

Existen otros sistemas de rastreo de movimiento, como trajes, controles por voz o incluso cintas de correr como **Virtuix Omni**, que permiten al usuario explorar grandes distancias caminando (o corriendo).^[3]

Seguimiento ocular

Se trata de una tecnología que las principales compañías no han incorporado aún, pero que está presente en el HMD FOVE VR. Este HMD incorpora unos sensores infrarrojos interiores que captan los movimientos del ojo. Esto permite un abanico de opciones que van desde replicar los movimientos de tus ojos en tu avatar virtual, hasta provocar reacciones de otros personajes según la manera en la que los miras. Lo que es más impresionante es el realismo que ofrece el seguimiento ocular.

En la vida real, los ojos tienen un punto de enfoque central, mientras que el resto está desenfocado. Esto es muy difícil de replicar, lo que provoca un exceso de enfoque en los sistemas de otras compañías, que reduce la sensación de inmersión. El seguimiento ocular soluciona este problema, permitiendo enfocar solo aquello que el usuario está observando. Además, podría dar lugar a hipotéticas optimizaciones: la aplicación podría gastar sus recursos en un renderizado de alta calidad de los objetos que están en el campo de visión del usuario, aplicando pocos recursos para todo aquello que está desenfocado en ese momento. Esta tecnología requiere no obstante de pantallas de alta resolución, ya que el punto enfocado por el usuario debería ser lo más realista posible. El exceso de enfoque de los otros sistemas puede producir mareo por movimiento, algo que el seguimiento ocular también podría evitar.^{[3][22]}

1.1.7 Problemas de la realidad virtual

Problemas físicos

Una de las mayores dificultades de la realidad virtual es conseguir que el usuario sienta una sensación de inmersión sin sentir náuseas, mareo, etc. Experimentar estos síntomas al utilizar realidad virtual es conocido como ma-

reos de realidad virtual y es similar al clásico mareo por movimiento, o al mareo que experimentan los pilotos en los simuladores. La percepción de estos síntomas depende también de la persona. Para algunos, el vómito aparece a los pocos minutos, mientras que otros pueden disfrutar de la realidad virtual durante horas sin ninguna consecuencia.

El problema reside en un desajuste entre el sistema vestibular (los líquidos y fluidos en las cavidades del interior del oído, que envían información al cerebro sobre la dirección, los ángulos, etc.) y el sistema visual.^[23]

Causas Estos efectos secundarios de la realidad virtual tienen distintas causas. Los desarrolladores intentan perfeccionar sus sistemas para evitarlas o combatir las de la mejor manera posible.

Latencia Cuanto mayor es el retraso entre las acciones del usuario y la representación de las mismas en la pantalla, mayor es el desajuste entre los sistemas vestibular y visual, y por tanto mayor es la sensación de náuseas y mareo.^[23]

La latencia común en los videojuegos, entre que el usuario pulsa un botón y se actualizan los píxeles es de como mínimo 50 ms, y la mayoría de las veces es superior. Es importante no confundir este retraso con tiempo entre que un usuario pulsa un botón y la acción se lleva a cabo. Esta latencia es inferior, es la actualización de lo que se ve en pantalla lo que tarda al menos 50 ms.

Esto no es ni de lejos suficiente para la realidad virtual, que requiere una latencia de 20 ms mínimo para que el usuario no experimente un retraso. De hecho, la mayoría de expertos creen que el límite es aún más bajo, situado en los 15 o incluso los 7 ms. Oculus Rift está ahora mismo, bajo condiciones óptimas, entre 30 y 40 ms.

El proceso de renderizar la imagen consiste en que el sistema de seguimiento ha de determinar la posición y orientación exactas del HMD, la aplicación ha de renderizar la escena, el hardware ha de transferir la escena renderizada a la pantalla del HMD y ésta ha empezar a emitir fotones para cada píxel.

El primer paso, el seguimiento tarda entre 10 y 15 ms cuando se trata de seguimiento óptico, lo que ya de por sí es demasiado. El seguimiento mediante acelerómetros es mucho más rápido con una latencia de 1 ms o menos, pero es poco preciso y se desvía mucho.

Uno de los principales problemas es que las pantallas de 60 Hz, por ejemplo, ya introducen un retardo de unos 15 o 16 ms en la renderización. Este valor es dependiente de la CPU y la GPU, pero suele encontrarse en ese rango excepto para aplicaciones antiguas, que requieran un rendering primitivo.

Finalmente, el *hardware* transfiere la escena renderizada a la pantalla del HMD. Para la mayoría de sistemas ba-

sados en scan, esto supone un delay de unos 16 ms en el caso peor (asumiendo pantallas de 60 Hz).

Asumiendo que la imagen se transmite de manera inmediata, es decir, que los fotones empiezan a emitirse de instantáneamente al llegar, la suma de las latencias mencionadas anteriormente es muy superior a los 20 ms y está a una distancia abismal de los 7 ms deseados.

Es posible utilizar sistemas de predicción para mover la posición de las imágenes al lugar correcto. Funciona bastante bien en general pero da resultados terribles cuando se producen movimientos bruscos.

Las soluciones pasarían por reducir los tiempos de seguimiento, renderizado y transferencia, lo que implicaría severos cambios en el *hardware*.^[24]

Duplicación de imágenes y la persistencia Otro inconveniente importante es el *judder* o duplicación de imágenes. Se trata de una combinación de dos fenómenos, el emborronamiento de imágenes y la estroboscopia. El emborronamiento o *smearing* es un desenfoque de movimiento presente en realidad virtual. El *strobing* o estroboscopia, en cambio, consiste en la percepción de múltiples copias de una imagen al mismo tiempo, haciendo que parezca que no hay movimiento entre ellas. La unión de estos dos fenómenos constituyen las duplicaciones de imágenes.

El *judder* producen normalmente mareos y todos los síntomas relacionados. Se trata por tanto de algo a evitar. Una de las causas del *judder* es el hecho de que los píxeles se muevan a través de la retina mientras están encendidos (lo que produce *smearing*). La solución obvia para la duplicación de imágenes es un incremento de la tasa de fotogramas. El problema reside en que para evitarlo por completo, sería necesario una tasa de fotogramas de entre 300 y 1000 FPS, algo demasiado alejado de la realidad. Por tanto, aunque la solución es obvia, es también totalmente imposible debido a limitaciones tecnológicas.

La otra solución tiene que ver con la persistencia. La mayoría de pantallas tienen persistencia completa, de manera que los píxeles siempre se mantienen encendidos. El nivel de emborronamiento no depende de en qué fracción de un fotograma estén los píxeles encendidos, sino del tiempo total en el que lo están. Es por esto que una tasa de fotogramas de unos 1000 FPS sería ideal con persistencia completa, ya que el tiempo sería de tan solo 1 ms.

Como esta tasa de fotogramas es actualmente inalcanzable debemos utilizar baja persistencia para conseguir el mismo resultado. Con una persistencia nula (o casi nula), se elimina el desplazamiento de píxeles encendidos a través de la retina, ya que éstos se mantienen encendidos por muy poco tiempo. Así, se elimina el componente de emborronamiento en la duplicación de imágenes. No obstante, la baja persistencia también tiene desventajas.

Utilizar pantallas con baja persistencia, mientras que disminuye el emborronamiento, puede incrementar la estro-

boscopia. De hecho, el propio emborronamiento oculta bastante la estroboscopia. Al disminuir el primero utilizando pantallas de baja persistencia, se manifiesta más claramente el segundo. No obstante este problema no es tan grave. El motivo es que en la imagen que el ojo esté enfocando no se producirá estroboscopia, ya que el propio ojo al seguirla lo evitará, porque los mismos píxeles irán al mismo punto de la retina en cada fotograma. Si bien en el resto de la imagen si que se producirá este efecto, no será tan apreciable ya que estará fuera de enfoque.^{[25][26][27]}

Otros problemas

Además de estos impedimentos tecnológicos, la realidad virtual se enfrenta a otros problemas.

En primer lugar, aunque los efectos a corto plazo no van más allá de mareo y vómitos, nadie sabe con certeza cómo puede afectar el uso continuado de realidad virtual a una persona, ni física ni mentalmente.

Por otra parte, los costes del equipo necesario son todavía demasiado altos para el usuario de a pie. Un HMD de alta calidad está alrededor de los 600 €, y además hay que tener en cuenta el precio de un dispositivo (ordenador o consola) capaz de ejecutar las aplicaciones satisfactoriamente.

Finalmente, la realidad virtual necesita generar beneficios para ser viable. Actualmente la mayor parte del público interesado son los jugadores, pero es necesario atraer a más sectores de manera más amplia para sobrevivir económicamente.^{[28][29]}

1.1.8 Tecnoética realidad virtual

Como toda *tecnología* es difícil definir los límites de lo bueno y lo malo, la realidad virtual si bien no es algo nuevo, cada día es más masiva por el boom de la era digital, específicamente por el constante uso que se está dando en el mundo de los videojuegos, esto hace que tales dispositivos se produzcan a nivel industrial, bajando los costos llegando a más hogares a nivel global, dejando en las manos de los usuarios la ética de usar estos nuevos dispositivos, sin educar en profundidad los beneficios o prejuicios que adjunta esta tecnología.

Las únicas recomendaciones vienen en los manuales de los videojuegos, que aunque cada año van avanzando en sus especificaciones, solo se refieren a advertencias básicas de salud, y no a sus complejas consecuencias que puede traer la tecnología de realidad virtual. Un ejemplo claro es el siguiente: se utilizó la aplicación de realidad virtual en niños para entrenar sus habilidades en cruzar una calle y resultó ser bastante exitoso. Sin embargo, algunos estudiantes con trastornos del espectro autista después de dicho entrenamiento fueron incapaces de distinguir realidad virtual de la real. Como resultado, en este

caso, puede resultar bastante peligroso; esto cita la complejidad de la innovación, la diversidad y procesos que hoy por hoy se dan por adquiridos teniendo una pobre difusión del uso de estas tecnologías.

Para entender sobre la ética de estas tecnologías, primero hay que comenzar a entender cual es el sentido, significados y políticas que esconden. ¿Pueden ser las tecnologías neutras?, ¿tiene la tecnología valor en sí misma?, ¿quiénes pueden dar valores a la tecnología? y ¿qué valores le asignamos a la tecnología? La realidad virtual debe tomarse con mucho cuidado, ya que no todos somos usuarios normales (entiéndase normales por usar la tecnología sin malas consecuencias).

Sobre la realidad virtual, existe una interpretación de la ética en los usuarios, esta se denomina como tecnoética, que se define como un campo interdisciplinario que se ocupa de estudiar los aspectos éticos y morales de la tecnología. Busca el uso ético de la tecnología y guía los principios del desarrollo y aplicación de ésta para el beneficio de la sociedad.

La tecnoética en este caso debería ayudar a esclarecer quienes sí pueden utilizar la realidad virtual sin consecuencias hacia su salud, también controlar en el caso de los videojuegos a las personas que practican videojuegos de guerra, sobre todo por los atentados civiles que se han visto durante esta época, ya que estas prácticas virtuales dotan a simples civiles de técnicas de disparo, visión y planificación estratégica para cometer delitos perjudicando a la sociedad y poniendo en peligro a la policía incluso, al verse enfrentada de delincuentes cada vez mejor preparados gracias a la realidad virtual.

Sobre la tecnología hay 3 visiones muy definidas que se contradicen y que a la vez funcionan dependiendo el contexto o grupo de personas. Por ejemplo Carroll W. Pursell^[24] nos dice que *la tecnología es un medio y no un fin*. Melvin Kranzberg nos dice que *la tecnología no es buena ni mala, pero tampoco es neutral* y Jacques Ellul nos dice que *no importa cómo se utilice, tiene de por sí consecuencias negativas o positivas*. De ahí la importancia de legislar sin el ánimo de frenar la innovación la realidad virtual, ir adquiriendo datos, feedback de cada dispositivo y usos, ya sean militares, en videojuegos, medicina, etc.

En la tecnología podemos observar distintas corrientes, que pueden ser Determinista: las cuales nos determinan, nos digan cómo vivimos nuestras vidas como pasa en el fragmento de un mundo feliz, también puede ser constructivista: donde la sociedad va transformando la tecnología, y ella es la que hilarando sus significados o un enfoque sistémico: donde observamos que la tecnología forma una tecnosfera, así como nos rodea la biosfera por ejemplo, la problemática de la tecnoética ha ido transformándose a través del tiempo, apegada a la contingencia tecnológica, en un principio ligada a la industrialización, infraestructura y colonialismo, pero después estas discusiones fueron evolucionando a mediados del siglo xx, con

temas como la eugenesia, experimentos médicos y bioética, computadoras/automatización, exploración espacial, uso de energía atómica y softpower.

Actualmente la discusión se centra en la piratería, copyright y cibercrimen, proyecto genoma humano, privacidad vs seguridad, periodismo ciudadano, democracia efectiva y educación. Las discusiones futuras que están comenzando, son sobre la inteligencia artificial, vida extraplanetaria, longevidad, transhumanismo, este tipo de discusiones culturales nos harán comprender y aceptar nuevas tecnologías, y estas transformaciones culturales deben tener reflexiones adecuadas sobre que aceptemos y que no de las tecnologías.

Un ejemplo al respecto es la robótica, Isaac Asimov,^[30] un científico y escritor reflexiona sobre las 3 leyes de la robótica.

1. Un robot no puede hacer daño a un ser humano o, por inacción permitir que un humano sufra daño.
2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la primera ley
3. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la primera y segunda ley.

Todo esto nos dice que en cada decisión tecnológica debemos discutir cuales son los valores en juego. en este caso qué valores nos entregará la realidad virtual ahora y en el futuro con las próximas aplicaciones de desarrolladores, los futuros dispositivos y legislaciones que ayudarán a nuestra sociedad para que siga creciendo para todos y por todos.

1.1.9 Véase también


- Hiperrealidad
- Cibercultura
- Conocimiento situado
- Realidad aumentada
- Universo holográfico
- Tecnoética

1.1.10 Referencias

- [1] "Realidad virtual: así transformará el sistema educativo" 'El Mundo
- [2] «La realidad virtual para el tratamiento de miedos y fobias». *mensalus.es*. Consultado el 18 de diciembre de 2016.

- [3] «Explained: How does VR actually work?». *Wearable*. Consultado el 2016-12-27.
- [4] «Field of View for Virtual Reality Headsets Explained». *VR Lens Lab* (en inglés estadounidense). 2016-03-17. Consultado el 2016-12-27.
- [5] «Facebook la red social adolescente que no consigue hacerse adulta». Consultado el Diciembre 2016.
- [6] «La realidad virtual promete cambiar tu vida en 2017». *CNET en Español*. Consultado el 2016-12-27.
- [7] «Google quiere ganar terreno en el negocio de la realidad virtual». *El País*. 4 de abril de 2015. Consultado el 11 de agosto de 2015.
- [8] Dougherty, Conor (28 de mayo de 2015). «Google Intensifies Focus on its Cardboard Virtual Reality Device». *New York Times*. Consultado el 17 de junio de 2015.
- [9] «eMagin | Making Virtual Imaging a Reality™». *www.emagin.com*. Consultado el 8 de enero de 2016.
- [10] «Gloveone: Feel Virtual Reality». *Gloveone* (en inglés estadounidense). Consultado el 25 de diciembre de 2015.
- [11] «La realidad virtual promete cambiar tu vida en 2017». *CNET en Español*. Consultado el 2016-12-27.
- [12] «Sony PlayStation VR review». *Wearable*. Consultado el 2016-12-27.
- [13] «PlayStation VR Has A Frustrating Camera Distance Problem». *UploadVR* (en inglés estadounidense). 2016-10-09. Consultado el 2016-12-27.
- [14] Buckley, Sean. «This Is How Valve's Amazing Lighthouse Tracking Technology Works». *Gizmodo* (en inglés estadounidense). Consultado el 2016-12-27.
- [15] Lang, Ben (2016-07-17). «Analysis of Valve's 'Lighthouse' Tracking System Reveals Accuracy - Road to VR». *Road to VR* (en inglés estadounidense). Consultado el 2016-12-27.
- [16] «Leap Motion's hyper-accurate hand-tracking VR tech shines in new Orion demo». *VentureBeat*. Consultado el 2016-12-27.
- [17] «Leap Motion's Orion Release Brings Massive Finger Tracking Improvements». *UploadVR* (en inglés estadounidense). 2016-02-17. Consultado el 2016-12-27.
- [18] «Oculus Rift review». *Wearable*. Consultado el 2016-12-27.
- [19] «What is Oculus Touch and how does it work with the new Oculus Rift? - Pocket-lint». *www.pocket-lint.com*. Consultado el 2016-12-27.
- [20] «Gloveone: The gloves that let you feel virtual reality objects». *TrustedReviews*. Consultado el 2016-12-27.
- [21] Times, Tech (2015-06-09). «Gloveone Smart Gloves Will Let You Feel Virtual Reality». *Tech Times*. Consultado el 2016-12-27.
- [22] «Fove eye-tracking VR headset redesigned ahead of launch». *Wearable*. Consultado el 2016-12-27.
- [23] «Why Does Virtual Reality Make Some People Sick?». *Live Science*. Consultado el 2016-12-27.
- [24] *Carroll W. Pursell* (en alemán). Consultado el 11 de diciembre de 2015.
- [25] «Down the VR rabbit hole: Fixing judder | Valve». *blogs.valvesoftware.com*. Consultado el 2016-12-27.
- [26] «Why virtual isn't real to your brain | Valve». *blogs.valvesoftware.com*. Consultado el 2016-12-27.
- [27] «Why virtual isn't real to your brain: judder | Valve». *blogs.valvesoftware.com*. Consultado el 2016-12-27.
- [28] «Virtual Reality Still Has 5 Big Problems to Overcome». *MakeUseOf*. Consultado el 2016-12-27.
- [29] Maughan, Tim. «Virtual reality: The hype, the problems and the promise». Consultado el 2016-12-27.
- [30] *Isaac Asimov*. Consultado el 11 de diciembre de 2015.

1.1.11 Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Realidad virtual**. Commons

1.1.12 Bibliografía

- Gálvez Mozo, A. (2004) *Posicionamientos y puestas en pantalla. Un análisis de la producción de sociabilidad en los entornos virtuales*. Barcelona: UAB.
- Turkle, S. (1997) *La vida en la pantalla. La construcción de la identidad en la era de internet*. Barcelona: Paidós.

1.2 Realidad aumentada

La **realidad aumentada** (RA) es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico, es decir, los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, logrando de esta manera crear una realidad mixta “Realidad Aumentada” en tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a la real. La realidad aumentada es diferente de la Realidad virtual porque sobre la realidad material “del mundo físico” monta una realidad visual generada por la tecnología, en la que el usuario percibe una mezcla de las dos realidades, en cambio el la realidad virtual el usuario se aísla de la realidad material del mundo físico para “sumergirse” en un escenario o entorno totalmente virtual.

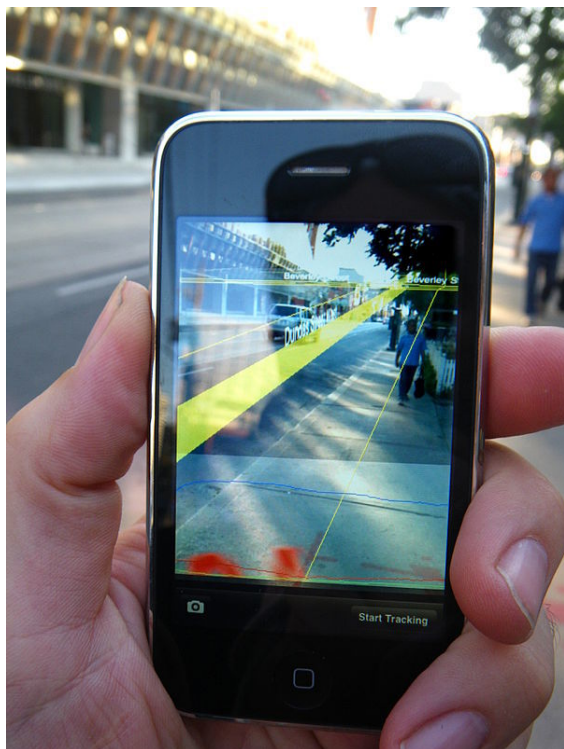


Imagen de un móvil o tableta captando mediante una cámara la panorámica de la calle y superponiendo el callejero digital.

Con la ayuda de la tecnología (por ejemplo, añadiendo la visión por computador y reconocimiento de objetos) la información sobre el mundo real alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital. La información artificial sobre el medio ambiente y los objetos puede ser almacenada y recuperada como una capa de información en la parte superior de la visión del mundo real.

La realidad aumentada de investigación explora la aplicación de imágenes generadas por ordenador en tiempo real a secuencias de vídeo como una forma de ampliar el mundo real. La investigación incluye el uso de pantallas colocadas en la cabeza, un display virtual colocado en la retina para mejorar la visualización y la construcción de ambientes controlados a partir sensores y actuadores.

Recientemente, el término realidad aumentada se ha difundido por el creciente interés del público en general.

1.2.1 Definiciones

Una de ellas fue dada por Ronald Azuma en 1997. La definición de Azuma dice que la realidad aumentada:

- Combina elementos reales y virtuales.
- Es interactiva en tiempo real.
- Está registrada en 3D.

Además Paul Milgram y Fumio Kishino definen en 1994 la realidad de Milgram-Virtuality Continuum como un

continuo que abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro. Entre medio hay Realidad Aumentada (más cerca del entorno real) y Virtualidad Aumentada (está más cerca del entorno virtual).



Realidad Aumentada también es la incorporación de datos e información digital en un entorno real, por medio del reconocimiento de patrones que se realiza mediante un software, en otras palabras, es una herramienta interactiva que está dando sus primeros pasos alrededor del mundo y que en unos años, la veremos en todas partes, corriendo y avanzando, sorprendiéndonos y alcanzando todas las disciplinas: vídeo juegos, medios masivos de comunicación, arquitectura, educación e incluso en la medicina, trayendo un mundo digital inimaginable a nuestro entorno real. Su gran diferencia con la realidad virtual, es que ésta nos extrae de nuestro entorno para llevarnos a una realidad.

1.2.2 Cronología

- 1962: Morton Heilig, un director de fotografía, crea un simulador de moto llamado Sensorama con imágenes, sonido, vibración y olfato.
- 1973: Ivan Sutherland inventa la display de cabeza (HMD) lo que sugiere una ventana a un mundo virtual.
- 1985: Myron Krueger crea Videoplace que permite a los usuarios interactuar con objetos virtuales por primera vez.
- 1990: Jaron Lanier acuña el término realidad virtual y crea la primera actividad comercial en torno a los mundos virtuales.
- 1992: Tom Caudell crea el término Realidad Aumentada.
- 1994: Steven Feiner, Blair MacIntyre y Doree Seligmann primera utilización importante de un sistema de Realidad Aumentada en un prototipo, KARMA, presentado en la conferencia de la interfaz gráfica. Ampliamente citada en la publicación Communications of the ACM al siguiente año.
- 1995: Gunpei Yokoi, lanzo el Nintendo Virtual Boy, un producto de nintendo de realidad virtual que duro muy pocos años en el mercado posiblemente por su falta de juegos, nunca llegó a Europa.
- 1999: Hirokazu Kato desarrolla ARToolKit en el HitLab y se presenta en SIGGRAPH ese año.

- 2000: Bruce H. Thomas desarrolla el primero juego al aire libre con dispositivos móviles de Realidad Aumentada, y se presenta en el International Symposium on Wearable Computers.
- 2008: AR Wikitude Guía sale a la venta el 20 de octubre de 2008 con el teléfono Android G1.
- 2009: AR Toolkit es portado a Adobe Flash (FLAR-Toolkit) por Saqoosha, con lo que la realidad aumentada llega al navegador Web.
- 2009: Se crea el logo oficial de la Realidad Aumentada con el fin de estandarizar la identificación de la tecnología aplicada en cualquier soporte o medio por parte del público general. Desarrolladores, fabricantes, anunciantes o investigadores pueden descargar el logo original desde la [web oficial](#)
- 2012: Google se lanza al diseño de unas gafas que crearían la primera realidad aumentada comercializada. Bautiza a su proyecto como [Project Glass](#).^[1]
- 2013: Sony muestra la Realidad Aumentada en PS4 con The Playroom [E3 2013]
- 2013: Niantic en colaboración con Google saca Ingress, un juego para móviles de RA y el que mayor éxito ha tenido hasta ahora en este ámbito.
- 2016: Niantic saca [Pokémon Go](#), un juego de RA para móviles que alcanza un éxito sin precedentes en el género.^[2]

1.2.3 Tecnología

Los dispositivos de Realidad aumentada normalmente constan de un “headset” y un sistema de **display** para mostrar al usuario la información virtual que se añade a la real. El “headset” lleva incorporado sistemas de **GPS**, necesarios para poder localizar con precisión la situación del usuario

Los dos principales sistemas de "displays" empleados son la **pantalla óptica transparente** (Optical See-through Display) y la **pantalla de mezcla de imágenes** (Video-mixed Display). Tanto uno como el otro usan **imágenes virtuales** que se muestran al usuario mezcladas con la realidad o bien proyectadas directamente en la pantalla.

Los Sistemas de realidad aumentada modernos utilizan una o más de las siguientes tecnologías: cámaras digitales, sensores ópticos, acelerómetros, GPS, giroscopios, brújulas de estado sólido, RFID, etc. El Hardware de procesamiento de sonido podría ser incluido en los sistemas de realidad aumentada. Los Sistemas de cámaras basadas en Realidad Aumentada requieren de una unidad CPU potente y gran cantidad de memoria RAM para procesar imágenes de dichas cámaras. La combinación de todos estos elementos se da a menudo en los smartphones modernos, que los convierten en una posible plataforma de realidad aumentada.

Software Para fusiones coherentes de imágenes del mundo real, obtenidas con cámara, e imágenes virtuales en 3D, las imágenes virtuales deben atribuirse a lugares del mundo real. Ese mundo real debe ser situado, a partir de imágenes de la cámara, en un sistema de coordenadas. Dicho proceso se denomina registro de imágenes. Este proceso usa diferentes métodos de visión por ordenador, en su mayoría relacionados con el seguimiento de vídeo. Muchos métodos de visión por ordenador de realidad aumentada se heredan de forma similar de los métodos de odometría visual.

Por lo general los métodos constan de dos partes. En la primera etapa se puede utilizar la detección de esquinas, la detección de Blob, la detección de bordes, de umbral y los métodos de procesamiento de imágenes. En la segunda etapa el sistema de coordenadas del mundo real es restaurado a partir de los datos obtenidos en la primera etapa. Algunos métodos asumen los objetos conocidos con la geometría 3D (o **marcadores fiduciaros**) presentes en la escena y hacen uso de esos datos. En algunos de esos casos, toda la estructura de la escena 3D debe ser calculada de antemano. Si no hay ningún supuesto acerca de la geometría 3D se estructura a partir de los métodos de movimiento. Los métodos utilizados en la segunda etapa incluyen geometría proyectiva (epipolar), paquete de ajuste, la representación de la rotación con el mapa exponencial, filtro de Kalman y filtros de partículas.

D.A.R.T. (Designer's Augmented Reality Toolkit)

El Designer's Augmented Reality Toolkit (DART) es un sistema de programación que fue creado por el Augmented Environments Lab, en el Georgia Institute of Technology, para ayudar a los diseñadores a visualizar la mezcla de los objetos reales y virtuales. Proporciona un conjunto de herramientas para los diseñadores: extensiones para el **Macromedia Director** (herramienta para crear juegos, simulaciones y aplicaciones multimedia) que permiten coordinar objetos en 3D, vídeo, sonido e información de seguimiento de objetos de Realidad Aumentada.

Software Libre para Realidad Aumentada

- **ARToolKit** biblioteca GNU GPL que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, desarrollado originalmente por **Hirokazu Kato** en 1999^[3] y fue publicado por el **HIT Lab** de la **Universidad de Washington**. Actualmente se mantiene como un proyecto de código abierto alojado en SourceForge con licencias comerciales disponibles en [ARToolWorks](#)..
- **ATOMIC Authoring Tool** - es un software Multi-plataforma para la creación de aplicaciones de realidad aumentada, el cual es un **Front end** para la biblioteca **ARToolKit**. Fue Desarrollado para no-programadores, y permite crear rápidamente, pe-

queñas y sencillas aplicaciones de Realidad Aumentada. Está licenciado bajo la **Licencia GNU GPL**

- **ATOMIC Web Authoring Tool** es un proyecto hijo de **ATOMIC Authoring Tool** que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada para exportarlas a cualquier sitio web. Es un **Front end** para la biblioteca **Flartoolkit**. Está licenciado bajo la **Licencia GNU GPL**
- **Blender** es un programa informático multi plataforma, dedicado especialmente al modelado, iluminación, **renderizado**, animación y creación de gráficos **tridimensionales**. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura (incluye topología dinámica) y pintura digital. En Blender, además, se puede desarrollar **video juegos** ya que posee un motor de juegos interno.
- **UNITY** es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para **Microsoft Windows**, **OS X** y **Linux**. La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas. A partir de su versión 5.4.0 ya no soporta el desarrollo de contenido para navegador a través de su plugin web, en su lugar se utiliza **WebGL**. Unity tiene dos versiones: **Unity Professional (pro)** y **Unity Personal**.

1.2.4 Técnicas de visualización

Existen tres técnicas principales para mostrar la realidad aumentada:

Display en la cabeza Una pantalla instalada en la cabeza (**HMD Head-Mounted Display**) es la que muestra tanto las imágenes de los lugares del mundo físico y social donde nos encontremos, como objetos virtuales sobre la vista actual del usuario. Los **HMD** son dispositivos ópticos que permiten al usuario poder ver el mundo físico a través de la lente y superponer información gráfica que se refleja en los ojos del usuario. El **HMD** debe ser rastreado con un sensor. Este seguimiento permite al sistema informático añadir la información virtual al mundo físico. La principal ventaja de la **HMD** de Realidad Aumentada es la integración de la información virtual dentro del mundo físico para el usuario. La información gráfica está condicionada a la vista de los usuarios.

Display de mano El dispositivo manual con realidad aumentada cuenta con un dispositivo informático que incorpora una pantalla pequeña que cabe en la mano de un usuario. Todas las soluciones utilizadas hasta la fecha por los diferentes dispositivos de mano han empleado técnicas de superposición sobre el video con la información

gráfica. Inicialmente los dispositivos de mano empleaban sensores de seguimiento tales como brújulas digitales y **GPS** que añadían marcadores al video. Más tarde el uso de sistemas, como **ARToolKit**, nos permitían añadir información digital a las secuencias de video en tiempo real. Hoy en día los sistemas de visión como **SLAM** o **PTAM** son empleados para el seguimiento. El display de mano promete ser el primer éxito comercial de las tecnologías de Realidad Aumentada. Sus dos principales ventajas son el carácter portátil de los dispositivos de mano y la posibilidad de ser aplicada en los teléfonos con cámara.

Display espacial La Realidad Aumentada espacial (**SAR**) hace uso de proyectores digitales para mostrar información gráfica sobre los objetos físicos. La diferencia clave es que la pantalla está separada de los usuarios del sistema. Debido a que el display no está asociado a cada usuario, permite a los grupos de usuarios, utilizarlo a la vez y coordinar el trabajo entre ellos. **SAR** tiene varias ventajas sobre el tradicional display colocado en la cabeza y sobre dispositivos de mano. El usuario no está obligado a llevar el equipo encima ni a someterse al desgaste de la pantalla sobre los ojos. Esto hace del display espacial un buen candidato para el trabajo colaborativo, ya que los usuarios pueden verse las caras. El display espacial no está limitado por la resolución de la pantalla, que sí que afecta a los dispositivos anteriores. Un sistema de proyección permite incorporar más proyectores para ampliar el área de visualización. Los dispositivos portátiles tienen una pequeña ventana al mundo para representar la información virtual, en cambio en un sistema **SAR** puedes mostrar un mayor número de superficies virtuales a la vez en un entorno interior. Es una herramienta útil para el diseño, ya que permite visualizar una realidad que es tangible de forma pasiva.

1.2.5 Elementos de la realidad aumentada

Según **Edgar Mozas Fenoll**, para conseguir la superposición de elementos virtuales en la vista de un entorno físico, un sistema de realidad aumentada debe estar formado, por lo general, por los siguientes elementos:

- **Cámara**. Es el dispositivo que capta la imagen del mundo real. Puede ser la webcam del ordenador o bien la cámara del teléfono inteligente o de la tableta.
- **Procesador**. Es el elemento de hardware que combina la imagen con la información que debe superponer, es decir, el dispositivo que se usa.
- **Software**. Es el programa informático específico que gestiona el proceso.
- **Pantalla**. En ella se muestran combinados los elementos reales y virtuales.

- **Conexión a Internet.** Se utiliza para enviar la información del entorno real al servidor remoto y recuperar la información virtual asociada que se superpone.
- **Activador.** Es un elemento del mundo real que el software utiliza para reconocer el entorno físico y seleccionar la información virtual asociada que se debe añadir. Puede ser un código QR, un marcador, una imagen u objeto, o bien la señal GPS enviada por el dispositivo.

1.2.6 Niveles

Según Prendes Espinosa, los denominados “niveles de la Realidad Aumentada” pueden definirse como los distintos grados de complejidad que presentan las aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada según las tecnologías que implementan;^[4] en consecuencia, cuanto mayor sea el nivel de una aplicación, más ricas y avanzadas serán sus funcionalidades. En este sentido, Lens-Fitzgerald, el cofundador de Layar, uno de los **navegadores** de Realidad Aumentada más extendidos en la actualidad, propone una clasificación en cuatro niveles (de 0 a 3):

- **Nivel 0 (*Physical World Hyper Linking*).** Las aplicaciones hiperenlazan el mundo físico mediante el uso de **códigos de barras** y 2D (por ejemplo, los **códigos QR**). Dichos códigos solo sirven como **hiperenlaces** a otros contenidos, de manera que no existe registro alguno en 3D ni seguimiento de marcadores.
- **Nivel 1 (*Marker Based AR*).** Las aplicaciones utilizan marcadores –imágenes en blanco y negro, cuadrangulares y con dibujos esquemáticos–, habitualmente para el reconocimiento de patrones 2D. La forma más avanzada de este nivel también permite el reconocimiento de objetos 3D.
- **Nivel 2 (*Markerless AR*).** Las aplicaciones sustituyen el uso de los marcadores por el GPS y la brújula de los **dispositivos móviles** para determinar la localización y orientación del usuario y superponer “puntos de interés” sobre las imágenes del mundo real.
- **Nivel 3 (*Augmented Vision*).** Estaría representado por dispositivos como **Google Glass**, **lentes de contacto** de alta tecnología u otros que, en el futuro, serán capaces de ofrecer una experiencia completamente contextualizada, inmersiva y personal.

1.2.7 Aplicaciones

La realidad aumentada ofrece infinidad de nuevas posibilidades de interacción, que hacen que esté presente en muchos y varios ámbitos, como son la arquitectura, el entretenimiento, la educación, el arte, la medicina o las comunidades virtuales.

• **Proyectos educativos:**

Actualmente la mayoría de aplicaciones de realidad aumentada para proyectos educativos se usan en museos^[5], exhibiciones, parques de atracciones temáticos^[6]... puesto que su coste todavía no es suficientemente bajo para que puedan ser empleadas en el ámbito doméstico. Estos lugares aprovechan las conexiones wireless para mostrar información sobre objetos o lugares, así como imágenes virtuales como por ejemplo ruinas reconstruidas o paisajes tal y como eran en el pasado, Además de escenarios completos en realidad aumentada, donde se pueden apreciar e interactuar con los diferentes elementos en 3D, como partes del cuerpo. **Cráneo humano con R. A.** Una de las primeras aplicaciones en formación es un sistema de realidad aumentada para aprender a soldar sin riesgos y realizando todas las horas de prácticas necesarias sin coste añadido. **Soldadura con R. A.** También se han desarrollado aplicaciones de realidad aumentada para educación infantil que interactúan con juguetes físicos **Globo terráqueo con R.A.**

En los últimos años la Realidad Aumentada está consiguiendo un protagonismo cada vez más importante en diversas áreas de conocimiento, mostrando la versatilidad y posibilidades que presenta esta nueva tecnología derivada de la Realidad Virtual. La capacidad de insertar objetos virtuales en el espacio real y el desarrollo de interfaces de gran sencillez, la han convertido en una herramienta muy útil para presentar determinados contenidos bajo las premisas de entretenimiento y educación, en lo que se conoce como “edutainment”.^[7]

Una de las aplicaciones que actualmente se han extendido en el mundo es la instalada en teléfonos celulares y que permite traducir las palabras que aparecen en una imagen. Basta con tomar una fotografía a cualquiera texto desconocido —un anuncio, un menú, un volante, etc— y se obtiene una traducción instantánea sobre el mismo objeto. El proceso es muy sencillo: el software identifica las letras que aparecen en el objeto y busca la palabra en el diccionario. Una vez que encuentra la traducción, la dibuja en lugar de la palabra original. La aplicación es ideal para quienes viajan mucho y necesitan conocer de manera rápida el significado de alguna palabra. Por el momento, programa ofrece traducción inglés - español y español – inglés, aunque sus creadores Otavio Good y John DeWeese señalaron que el paso siguiente es la traducción en otros idiomas, como el francés, el italiano o el portugués.^[8]

• **Televisión**

La RA se ha vuelto común en la teledifusión de deportes. La línea amarilla del “primero y diez” vista en las transmisiones de los partidos de fútbol americano, muestra la línea que la ofensiva del equipo debe cruzar para recibir un primero y diez; Los elementos del mundo real son el campo de fútbol y los jugadores, y el elemento virtual

es la línea amarilla electrónica, que aumenta la imagen en tiempo real. La RA también se utiliza en las transmisiones de fútbol para mostrar el resultado (o un anuncio) en el círculo central o para mostrar las situaciones de fuera de juego. Del mismo modo, en los partidos de hockey sobre hielo se coloreaba en RA la ubicación y dirección de la *pastilla* (puck), aunque fue rechazada por los puristas del hockey. Las transmisiones de natación suelen añadir una línea a través de los carriles para indicar la posición del poseedor del récord actual y compararla con la carrera. Como un ejemplo de "realidad mediada" (disminuida), las transmisiones puede ocultar un mensaje real o reemplazar un mensaje de una publicidad real con un mensaje virtual.

- **Entretimiento:**

Teniendo en cuenta que el de los juegos es un mercado que mueve unos 30.000 millones de dólares al año en los Estados Unidos, es comprensible que se esté apostando mucho por la realidad aumentada en este campo puesto que ésta puede aportar muchas nuevas posibilidades a la manera de jugar. Una de las puestas en escena más representativas de la realidad aumentada es el "Can You See Me Now?",^[9] de Blast Theory.^[10] Es un juego on-line de persecución por las calles donde los jugadores empiezan en localizaciones aleatorias de una ciudad, llevan un ordenador portátil y están conectados a un receptor de GPS. El objetivo del juego es procurar que otro corredor no llegue a menos de 5 metros de ellos, puesto que en este caso se les hace una foto y pierden el juego. La primera edición tuvo lugar en Sheffield pero después se repitió en otras muchas ciudades europeas. Otro de los proyectos con más éxito es el ARQuake Project, donde se puede jugar al videojuego *Quake* en exteriores, disparando contra monstruos virtuales. A pesar de estas aproximaciones, todavía es difícil obtener beneficios del mercado de los juegos puesto que el hardware es muy costoso y se necesitaría mucho tiempo de uso para amortizarlo.

- **Simulación:**

Se puede aplicar la realidad aumentada para simular vuelos y trayectos terrestres.

- **Servicios de emergencias y militares:**

En caso de emergencia la realidad aumentada puede servir para mostrar instrucciones de evacuación de un lugar. En el campo militar, puede mostrar información de mapas, localización de los enemigos...

- **Arquitectura:**

La realidad aumentada es muy útil a la hora de resucitar virtualmente edificios históricos destruidos, así como proyectos de construcción que todavía están bajo plano.

- **Apoyo en tareas complejas:**

Tareas complejas, como el montaje, mantenimiento, y la cirugía pueden simplificarse mediante la inserción de información adicional en el campo de visión. Por ejemplo, para un mecánico que está realizando el mantenimiento de un sistema, las etiquetas pueden mostrar las partes del mismo para aclarar su funcionamiento. La realidad aumentada puede incluir imágenes de los objetos ocultos, que pueden ser especialmente eficaces para el diagnóstico médico o la cirugía. Como por ejemplo una radiografía de rayos vista virtualmente basada en la tomografía previa o en las imágenes en tiempo real de los dispositivos de ultrasonido o resonancia magnética nuclear abierta.

- **Los dispositivos de navegación:**

La RA puede mejorar la eficacia de los dispositivos de navegación para una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, la navegación dentro de un edificio puede ser mejorada con el fin de dar soporte al encargado del mantenimiento de instalaciones industriales. Los parabrisas de los automóviles pueden ser usadas como pantallas de visualización para proporcionar indicaciones de navegación e información de tráfico.

- **Aplicaciones Industriales:**

La realidad aumentada puede ser utilizada para comparar los datos digitales de las maquetas físicas con su referente real para encontrar de manera eficiente discrepancias entre las dos fuentes. Además, se pueden emplear para salvaguardar los datos digitales en combinación con prototipos reales existentes, y así ahorrar o reducir al mínimo la construcción de prototipos reales y mejorar la calidad del producto final.

El Instituto Tecnológico Metálmecánico (AIMME)^[11] presentó recientemente los resultados del Proyecto ARMETAL,^[12] Viabilidad de la Realidad Aumentada aplicada a empresas, mostrando las experiencias piloto desarrolladas en cooperación con empresas de diversos subsectores, como fabricantes de maquinaria, joyería, herrajes, electrónica y luminarias, aplicadas a diversos procesos empresariales y a la vez sobre diversos dispositivos (ordenador, iPhone, Tablet, etc.) recopilando dicha información en un Manual de Buenas Prácticas sobre Aplicación de la Realidad Aumentada.

- **Prospección:**

En los campos de la hidrología, la ecología y la geología, la AR puede ser utilizada para mostrar un análisis interactivo de las características del terreno. El usuario puede utilizar, modificar y analizar, tres mapas bidimensionales interactivos.

- **Colaboración:**

La realidad aumentada puede ayudar a facilitar la colaboración entre los miembros de un equipo a través de conferencias con los participantes reales y virtuales.

- **Publicidad:**

Una de las últimas aplicaciones de la realidad aumentada es la publicidad. Hay diferentes campañas que utilizan este recurso para llamar la atención del usuario.

Fiat ha lanzado una campaña en la que cualquier usuario puede crear su propio anuncio de televisión con el Fiat 500 como protagonista a través de la página web, el usuario solo necesita tener una webcam.

La revista *Esquire* publica en la edición de diciembre del 2009 diferentes códigos QR (Quick Response), que son una variante más potente de los códigos de barras que pueden ser escaneados por una webcam que al reconocerlos nos ofrece información extra sobre el producto. Los códigos QR que incorpora la revista son reconocidos por las webcams de los usuarios y en ser reconocidos activan un video superpuesto a la imagen de la webcam. Para poder interpretarlos se necesita un software específico.

- **Turismo:**

Aplicaciones como “La Ciudad de México en el Tiempo” de ILLUTIO,^[13] han logrado llevar a los usuarios a recorrer la ciudad en sus diferentes épocas históricas a través de la Realidad Aumentada y la Geolocalización .

Plataformas como Junaio^[14] o Layar^[15] permiten el desarrollo de aplicaciones a terceros, prácticamente sin conocimientos técnicos, a través de sus servidores.

Esto ha fomentado la publicación de miles de aplicaciones sobre turismo, gincanas, exposiciones virtuales,^[16] etc.

- **Información:**

La empresa austriaca Mobilizy ha desarrollado Wikitude. Al apuntar la cámara del móvil hacia un edificio histórico, el GPS reconoce la localización y muestra información de la Wikipedia sobre el monumento. En Japón, Sekai Camera, de la empresa Tonchidot, añade al mundo real los comentarios de la gente acerca de direcciones, tiendas, restaurantes... Acrossair, disponible en siete ciudades, entre ellas Madrid y Barcelona, identifica en la imagen la estación de metro más cercana. Bionic Eye y Yelp Monocle, en EE UU, son ejemplos similares.

- **Networking y eventos:**

La empresa mexicana ILLUTIO^[17] ha desarrollado BIC (Business Intelligent Card). Al apuntar la cámara del móvil hacia una tarjeta de presentación, la app reconoce la imagen o logo de la empresa y muestra un video, animación o modelo 3D sobre la misma tarjeta; además guarda los datos de contacto en la nube, sin necesidad de preocuparse por perder o guardar las tarjetas físicas.

1.2.8 Aplicaciones futuras

La Realidad Aumentada deberá tener modelos informáticos de lugares y sonidos relacionados con la realidad física, así como determinar la situación exacta de cada usuario, y ser capaz de mostrar al usuario una representación realista del entorno que se ha añadido virtualmente. Es muy importante determinar la **orientación y posición exacta** del usuario, sobre todo en las aplicaciones que así lo requieran: uno de los retos más importante que se tiene a la hora de desarrollar proyectos de Realidad Aumentada es que los elementos visuales estén coordinados a la perfección con los objetos reales, puesto que un pequeño error de orientación puede provocar un desalineamiento perceptible entre los objetos virtuales y físicos. En zonas muy amplias los sensores de orientación usan magnetómetros, inclinómetros, sensores inerciales... que pueden verse afectados gravemente por campos magnéticos, y por lo tanto se ha de intentar reducir al máximo este efecto. Sería interesante que una aplicación de Realidad Aumentada pudiera localizar elementos naturales (como árboles o rocas) que no hubieran sido catalogados previamente, sin que el sistema tuviera que tener un conocimiento previo del territorio. Como reto a largo plazo es posible sugerir el diseño de aplicaciones en las que la realidad aumentada fuera un poco más allá, lo que podemos llamar “realidad aumentada retroalimentada”, esto es, que la “descoordinación” resultante del uso de sensores de posición/orientación, fuera corregida midiendo las desviaciones entre las medidas de los sensores y las del mundo real. Imagina un sistema de realidad aumentada que partiendo de pares de imágenes estéreo obtenidas de dos cámaras solidarias al usuario (head-mounted) y de la posición del mismo, fuera capaz de determinar la posición y orientación exacta del que mira.

Es importante señalar que la realidad aumentada es un desarrollo costoso de la tecnología. Debido a esto, el futuro de la RA depende de si esos costos se pueden reducir de alguna manera. Si la tecnología RA se hace asequible, podría ser muy amplia, pero por ahora las principales industrias son los únicos compradores que tienen la oportunidad de utilizar este recurso. En el futuro podríamos encontrar aplicaciones de este estilo:

- Aplicaciones de multimedia mejoradas, como pseudo pantallas holográficas virtuales, sonido envolvente virtual de cine, "holodecks" virtuales (que permiten imágenes generadas por ordenador para interactuar con artistas en vivo y la audiencia).
- Conferencias virtuales en estilo “holodeck”.
- Sustitución de teléfonos celulares y pantallas de navegador de coche: inserción de la información directamente en el medio ambiente. Por ejemplo, las líneas de guía directamente en la carretera.
- Plantas virtuales, fondos de escritorio, vistas panorámicas, obras de arte, decoración, iluminación, etc,

la mejora de la vida cotidiana.

- Con los sistemas de RA se puede entrar en el mercado de masas, viendo los letreros virtualmente, carteles, señales de tráfico, las decoraciones de Navidad, las torres de publicidad y mucho más. Éstos pueden ser totalmente interactivos, incluso a distancia.
- Cualquier dispositivo físico que actualmente se produce para ayudar en tareas orientadas a datos (como el reloj, la radio, PC, fecha de llegada / salida de un vuelo, una cotización, PDA, carteles informativos / folletos, los sistemas de navegación para automóviles, etc.) podrían ser sustituidos por dispositivos virtuales.

1.2.9 Literatura

- En la obra “Luz Virtual” (1993), el visionario escritor William Gibson describe unos anteojos igualmente llamados Luz Virtual que tienen algunas de las características de lo que es conocido actualmente como realidad aumentada. Quien los usaba podía ver apuntes y detalles adicionales que se adjuntaban a cada objeto de la realidad física que se tenía enfrente. Eran comúnmente usados por arquitectos o neurocirujanos. En la montura y los lentes tenían unos contactos electromagnéticos que incidían directamente sobre el nervio óptico. En otro pasaje del libro, en un cuarto vacío uno de los personajes (Rydell) se pone unas gafas de Luz Virtual que le presta un policía, tras lo cual era capaz de observar sobre el mismo cuarto una imagen tridimensional de la escena de un crimen que había ocurrido tiempo atrás.^[18]

1.2.10 Referencias

- [1] «Google se adelanta a la era futurista». *ElectronicOnline.com Magazine*. 20 de abril de 2012. Consultado el 23 de julio de 2012.
- [2] «'Pokémon GO' ya es la app más descargada en USA». *zonared.com*. Consultado el 8 de julio de 2016.
- [3] Kato, H., Billinghurst, M. “Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system.”, *In Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR 99)*, October 1999.
- [4] Prendes Espinosa, 2015: 189.
- [5] «Programa “Muchas mentes” - episodio de Realidad Aumentada».
- [6] «Realidad Aumentada en la feria TECNÓPOLIS de Argentina - Página12».
- [7] Ruiz Torres, David (2011). «Realidad Aumentada, educación y museos». *Revista Icono 14*. Vol. 2 (ISSN 1697-8293): 212-226.

[8] «13 aplicaciones de realidad aumentada». Consultado el 15 de diciembre de 2012.

[9] http://www.blasttheory.co.uk/bt/work_cysmn.html

[10] <http://www.blasttheory.co.uk/>

[11] AIMME,

[12] Proyecto ARMETAL,

[13] ILLUTIO,

[14] Junaio,


[15] Layar,

[16] Tutorial funcionamiento Layar en Youtube,

[17] ILLUTIO,

[18] Gibson, William (1994). *Luz Virtual* (1ra edición). Barcelona: Minotauro. ISBN 84-450-7214-5.

1.2.11 Bibliografía

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Realidad aumentada**. Commons
- Woodrow Barfield, y Thomas Caudell, eds. *Fundamentos de Informática usable y Realidad Aumentada*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2001. ISBN 0-8058-2901-6.
- Oliver Bimber y Ramesh Raskar. *Realidad Aumentada espacial: Real Fusión y los mundos virtuales*. AK Peters, 2005. ISBN 1-56881-230-2.
- Michael Haller, Mark Billinghurst y Bruce Thomas. *Tecnologías Emergentes de la Realidad Aumentada: Interfaces y Diseño*. Idea Group Publishing, 2006. ISBN 1-59904-066-2, editor de revistas
- Rolf R. Hainich. “El fin de Hardware: Un nuevo enfoque a la realidad aumentada”, 2^a ed.: Booksurge, 2006. ISBN 1-4196-5218-4. 3^a ed. (“Realidad Aumentada y más allá”): Booksurge, 2009, ISBN 1-4392-3602-X.
- Stephen Cawood y Mark Fiala. “Realidad Aumentada: A Practical Guide”, 2008, ISBN 1-934356-03-4
- Lens-Fitzgerald, M. (2009). *Augmented Reality Hype Cycle*. SPRXmobile: Mobile Service Architects. Recuperado de <http://www.sprxmobile.com/the-augmented-reality-hype-cycle/>
- Prendes Espinosa, M. P. (2015). *Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas*. Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación, (46), 187-203. Recuperado de: <http://acdc.sav.us.es/pixelbit/images/stories/p46/12.pdf>



Un ejemplo de realidad mixta: caracteres virtuales mezclados dentro de una transmisión de video del mundo real.^[1]

1.3 Realidad mixta

La **realidad mixta** o MR (sigla del inglés, *Mixed Reality*) o **realidad híbrida** consiste en combinar mundos virtuales con el mundo real (físico) a tiempo real. Esta combinación permite crear nuevos espacios en los que interactúan tanto objetos y/o personas reales como virtuales. Es decir, se puede considerar como una mezcla entre la realidad, **realidad aumentada**, **virtualidad aumentada** y **realidad virtual**.

El término **realidad mixta** no debe confundirse con el de realidad aumentada o AR. La **realidad aumentada** genera los estímulos a tiempo real para la interacción del usuario, los cuales se superponen sobre el entorno físico de este, mientras que la realidad mixta no sólo permite la interacción del usuario con el entorno virtual sino que también permite que objetos físicos del entorno inmediato del usuario sirvan como elementos de interacción con el entorno virtual.

1.3.1 Definición

En 1994 Paul Milgram y Fumio Kishino definieron el concepto de realidad mixta como *cualquier espacio entre los extremos del continuo de la virtualidad*. Este continuo de la virtualidad se extiende desde el mundo completamente real hasta el entorno completamente virtual, encontrándose entre medio de estos la realidad aumentada y realidad virtual.

1.3.2 Principio de funcionamiento

Como ya se ha dicho, la realidad mixta permite la incorporación de objetos gráficos generados por ordenador en una escena tridimensional del mundo real o bien la incorporación de objetos reales en un mundo virtual.

Las principales características son tres:

- Permite combinar ámbitos reales y virtuales

- Es una tecnología interactiva y en tiempo real
- Se puede registrar en tres dimensiones

El principio de funcionamiento de esta tecnología es muy complejo, pero a grandes rasgos se podría entender de las siguientes maneras:

1. En el caso en que se pretende introducir un objeto en un mundo virtual, primero se procede a registrar al usuario u objeto en tiempo real y en imágenes tridimensionales; estas imágenes en 3D se podrán introducir en el mundo virtual. El usuario podrá ver el resultado mediante una **interfaz** en el ordenador. Hasta el momento, esta aplicación se ha utilizado mayoritariamente en videojuegos, como el EyeToy para la consola PlayStation 2 de Sony.
2. En cambio, en el caso de la introducción de objetos virtuales en el mundo real, el sistema se basa en crear una **interfaz** con marcas en las que un ordenador puede responder habiendo realizado una previa lectura de éstas mediante una cámara de vídeo o cámara web.

Las marcas de la interfaz suelen ser impresiones en blanco y negro sobre un soporte rígido. La información que capta la cámara de la interfaz será el código con el que el ordenador podrá generar las imágenes virtuales correspondientes y las pueda situar en la escena virtual según la posición y rotación de las marcas.

1.3.3 Aplicaciones

La realidad mixta se está implementando en un gran número de aplicaciones, se está empezando a manifestar en la industria del entretenimiento y el arte, así como también empieza a diversificarse en el mundo de la educación y los negocios .

Básicamente, los sistemas que se utiliza en realidad mixta son:

1. **IPCM** (sigla del inglés, **Interactive Product Content Management**): que consiste en poder presentar productos interactivos al cliente, es decir, crear un nuevo catálogo, con réplicas en 3D proyectadas en la realidad, de un producto que antes sólo se podía consultar mediante imágenes o vídeos.
2. **SBL** (sigla del inglés, **Simulation Based Learning**): permite, mediante simulaciones de realidad virtual, incluir a los estudiantes directamente en un entorno de aprendizaje, todo proyectando situaciones o tareas creadas virtualmente en el entorno real del usuario.

1.3.4 Ejemplos de aplicación

Se podrían nombrar muchas más aplicaciones de las presentadas a continuación, así que aquí se presentan solo unas pocas:

- **Péndulos de la Universidad de Illinois**

Una de las primeras aplicaciones de realidad mixta fue creada por *Alfred Hubli* de la *University of Illinois*. La aplicación constaba en que un péndulo virtual empujaba un péndulo real, y viceversa.

En el experimento se conectaba un péndulo mecánico a uno virtual que se movía según ecuaciones de movimiento Testadas en el tiempo. Los investigadores enviaban datos del péndulo real al péndulo virtual, y enviaban información del péndulo virtual a un motor que influenciado el movimiento del péndulo real. Esta realidad mixta resultante fue posible crear gracias a la velocidad computacional de los ordenadores de hoy en día.

- **Interfaz de realidad mixta**

Creada por *Kommerz*. Es un sistema que puede ser utilizado en una gran variedad de aplicaciones, como juegos, arquitectura y planificación de paisajes. La interfaz permite controlar objetos virtuales en 3D utilizando objetos reales (por ejemplo juguetes, geometrías, caracteres especiales ...).

- **Head-mounted display (HMD) de Canon**

Se trata de una tecnología en desarrollo que consiste en un HMD que incorpora dos cámaras compactas integradas. El HMD permite eliminar la diferencia que aparecería entre los dos ojos del observador al utilizar dos cámaras diferentes para cada ojo. El observador verá objetos virtuales junto con otros reales, permitiendo al usuario saber la dimensión del objeto virtual ya que lo puede comparar con objetos reales. Estos objetos reales son creados mediante ordenador y proyectados en el mundo real de un modo u otro mediante proyectores, según la distribución de las marcas negras y blancas de las interfaces colocadas en el entorno real.

- **MR en Second Life**

El mundo virtual *Second Life* permite que el usuario o *avatar*, pueda asistir a clases en la Universidad de Harvard. En estas clases se pueden ver en una pantalla al profesor, como si el avatar estuviese realmente siguiendo una clase en la universidad. Se tratará de realidad mixta si esta proyección del profesor de Harvard en la clase de *Second Life* es a tiempo real.

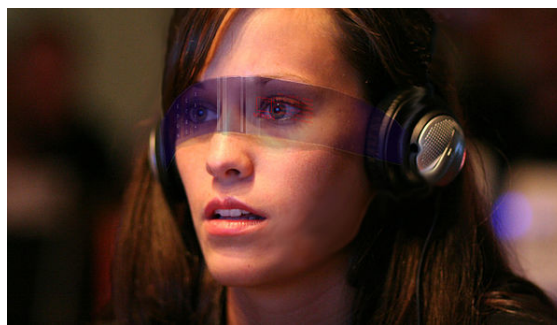
1.3.5 Tecnologías de visualización de realidad mixta

- **Cave Automatic Virtual Environment:** es un entorno de realidad virtual inmersiva, en la que se proyectan imágenes 3D sobre las paredes de una sala en forma de cubo. El usuario verá los objetos 3D con unas gafas estereoscópicas.



Ejemplo de una CAVE

- **HUD o head-up display:** es un dispositivo que permite proyectar información sobre una superficie transparente que se encuentra delante del usuario.



Ejemplo de un Hud

Permite al usuario ver información y/o imágenes ante sí sin tener que mover la cabeza.

- **HMD o visor montado en la cabeza:** un dispositivo de visualización similar a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre un "display" muy cercano a los ojos, o directamente sobre la retina de los ojos.

Esta tecnología permite al usuario introducirse en un entorno de realidad virtual, realidad aumentada o **realidad mixta**, ya que al tener el dispositivo tan cerca de los ojos los objetos virtuales proyectados parecen formar parte del entorno del usuario.



Ejemplo de un Head-Mounted Display.

1.3.6 Véase también

- Windows Holographic

1.3.7 Referencias

- Teoría sobre dimensiones virtuales en general
- Página web de *Mixed Reality Lab*
- Vídeo sobre una interfaz de realidad mixta creada por *Kommerz*
- Vídeo explicativo sobre realidad mixta, en inglés
- Contact Water, con tecnología de Realidad Mezclada
- Artículo sobre Continuo de la Virtualidad
- Artículo de Paul Milgram y Fumio Kishino *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*

[1] R. Freeman, A. Steed and B. Zhou, *Rapid Scene Modelling, Registration and Specification for Mixed Reality Systems* Proceedings of ACM Virtual Reality Software and Technology, pp. 147-150, Monterey, California, November 2005.

Capítulo 2

Visores

2.1 Casco de realidad virtual



Usuaria con un visor de realidad virtual.

Un **casco de realidad virtual**, también llamado **gafas de realidad virtual** o **HMD** (del inglés *head-mounted display*), es un dispositivo de visualización similar a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre una pantalla muy cercana a los ojos o proyectando la imagen directamente sobre la retina de los ojos. En este segundo caso el casco de realidad virtual recibe el nombre de **monitor virtual de retina**.

Debido a su proximidad con los ojos el casco de realidad virtual consigue que las imágenes visualizadas resulten mucho mayores que las percibidas por pantallas normales, y permiten incluso englobar todo el campo de visión del usuario. Gracias a que el casco se encuentra sujeto a la cabeza, éste puede seguir los movimientos del usuario, consiguiendo así que éste se sienta integrado en los ambientes creados por ordenador.

2.1.1 Tipos

Según reproduzcan las imágenes sobre un ojo o sobre los dos, los HMD pueden ser:



HMD monocular.

- **Monocular:** las imágenes sólo se reproducen sobre un ojo. Técnicamente es un HMD pero no es para realidad virtual. Es el caso de las Google Glass.
- **Binocular:** las imágenes se reproducen sobre los dos ojos, obteniendo así una imagen estereoscópica.

Por otro lado, cabe distinguir también:

- **Cascos o gafas de realidad virtual** propiamente dicha: ocupan el campo de visión del usuario de modo que no tiene percepción del entorno que lo rodea, permitiendo así la completa inmersión de éste en una **realidad virtual**, ya que sólo percibirá las imágenes creadas por ordenador y reproducidas sobre la pantalla.
- **Cascos o gafas de realidad aumentada o realidad mixta:** conocidos también como HMD óptico (u OHMD) permiten al usuario ver todo el entorno que lo rodea e introducen en éste objetos virtuales o información, produciendo así lo que se conoce como **realidad aumentada** o **realidad mixta**. Dentro de esta categoría se incluyen las **gafas inteligentes** o *smart-glasses*, cuyo principal uso es mostrar información disponible para los usuarios de teléfonos inteligentes sin utilizar las manos.

Por último, según su operatividad, se pueden distinguir:

- **Carcasas de realidad virtual:** son las que no tienen pantalla propia sino que están preparadas para albergar un teléfono móvil, en el cual se reproducirán

las imágenes. Ejemplos: Samsung Gear VR, Google Cardboard y muchas otras de distintos fabricantes.

- Gafas de realidad virtual sin procesador: incluyen pantalla propia y sensores pero se conectan a un aparato externo (típicamente un ordenador personal) para recibir las imágenes. Ejemplos: Oculus Rift, PlayStation VR, HTC Vive...
- Gafas de realidad virtual autónomas (o todo-en-uno): son las que incluyen todo: carcasa, pantalla, sensores y procesador. Ejemplos: Microsoft HoloLens.

2.1.2 Modelos

Véase Realidad virtual: Productos

2.1.3 Características

Existen varios conceptos clave en la tecnología que emplean los cascos de realidad virtual. Entre ellos podemos destacar:

- **Resolución de pantalla:** es un parámetro muy importante pues de ella depende mayormente la definición de la imagen percibida por el usuario del HMD. Una resolución típica a día de hoy (principios de 2016) son los 1080x1200 píxeles para cada ojo del Oculus Rift y del HTC Vive.
- **Campo de visión** (en inglés *field of view*, *FoV*): es la amplitud del campo visual del usuario que es ocupada por la imagen virtual. Cuanto mayor sea mejor será la sensación de inmersión. El Oculus Rift DK2 por ejemplo ofrece un campo de visión de 100°.
- **Latencia** (*head tracking latency*): es el tiempo que transcurre entre que el usuario mueve su cabeza y que la imagen mostrada se reajusta a ese movimiento. Los fabricantes intentan reducirla al mínimo pues una excesiva latencia puede producir mareos en los usuarios, además de un menor realismo. El PlayStation VR por ejemplo registra una latencia de 18 ms.
- **Refresco de pantalla** (*refresh rate*): el número de imágenes mostradas por segundo. A partir de 60 Hz se considera un buen ratio. Así por ejemplo, el visor HTC Vive Pre y el Oculus Rift CV1 funcionan a 90 Hz, mientras el PlayStation VR alcanza los 120 Hz.
- **Seguimiento de orientación** (*head tracking* o *rotational tracking*): mediante sensores internos (giroscopio, acelerómetro, magnetómetro) el HMD detecta hacia dónde está orientada la cabeza del usuario.

- **Seguimiento de posición** (*positional tracking*): también conocido como posicionamiento absoluto, se logra mediante un sensor externo que detecta dónde está situada exactamente la cabeza del usuario y cualquier cambio que se produzca en esa posición. Es una característica que solo incorporan los HMD más avanzados.
- **Visión estereoscópica:** característica presente en casi todos los aparatos de realidad virtual, que mostrando una imagen ligeramente diferente a cada ojo permite visualizar el entorno en tres dimensiones.
- **Efecto rejilla** (*screen-door effect*): es un efecto visual que sucede en pantallas cuando las líneas que separan los píxeles de la misma se vuelven visibles en la imagen proyectada. El resultado es similar al de mirar a través de una tela antimosquitos. Es un efecto frecuente en visores de realidad virtual no suficientemente avanzados.

2.1.4 Véase también

- Lente de contacto biónica
- Realidad virtual
- Realidad aumentada
- Visualización head-up

2.1.5 Referencias

- El primer casco de realidad virtual “realmente inmersivo” despierta cierta atención por parte de la industria
- El casco de realidad virtual 'Project Morpheus' de Sony llegará “como pronto” en 2015
- Comparativa de gafas de Realidad Virtual
-

2.1.6 Enlaces externos

- The Virtual Retinal Display Sitio web de Human Interface Technology Laboratory de la Universidad de Washington.
- Jornada de Inmersión a la Realidad Virtual 2016

2.2 Oculus Rift

Oculus Rift es un casco de realidad virtual que está siendo desarrollado por Oculus VR. Durante su periodo como compañía independiente, Oculus VR ha invertido 91

millones de dólares para el desarrollo de Oculus Rift. La versión para el consumidor se lanzó al mercado entre los meses de marzo-abril de 2016 con un precio de 599\$ en EEUU y con un precio de 699€ en Europa.^[1]

2.2.1 Historia

El fundador de Oculus, Palmer Luckey, fue ganando reputación por tener la mayor colección personal de *head-mounted display* en el mundo. Desde hace muchos años ha estado ejerciendo de moderador en Meant to be Seen 3D (MTBS3D), unos foros de debate sobre 3D.^[3] Palmer desarrolló la idea de crear un nuevo *head-mounted display* que fuera más efectivo que los que están actualmente en el mercado, además de más económicos para los gamers. Casualmente, John Carmack estuvo haciendo su propia investigación al mismo tiempo que Palmer llevaba a cabo su desarrollo. Más tarde, Carmack crearía una versión de muestra que favorecería el prototipo de Luckey. Paralelamente, justo antes de la Electronic Entertainment Expo del 2012, Id Software anunció que su futura actualización de Doom 3, que sería conocida como BFG Edition, sería compatible con las unidades de *head-mounted display*.^[4] Durante la convención, Carmack presentó un *head-mounted display* sujeto con cinta adhesiva basada en el prototipo del Oculus Rift de Palmer, el cual funcionaba con el software de Carmack. Este tenía una alta velocidad IMU y una pantalla LCD de 5.6 pulgadas (14cm) visible a través de unas lentes duales que estaban posicionadas encima de los ojos. De esta forma, proveía una visión horizontal de 90 grados y una vertical de 110 grados en una perspectiva 3D estereoscópica.^{[5][6]} El 25 de marzo de 2014, Facebook anunció que había acordado comprar Oculus VR por 400 millones de dólares en efectivo, 1600 millones en valores de Facebook y unos 300 millones adicionales a Oculus VR. Este será utilizado para el cumplimiento de ciertos objetivos financieros en una transacción que se espera que finalice en el segundo trimestre de 2014.^{[7][8][9]}

Directiva

Palmer Luckey, el fundador del proyecto, es un diseñador de *Head-mounted display* en el Institute for Creative Technologies de la Universidad del Sur de California. El CEO de Oculus Rift desde sus inicios ha sido Brendan Iribe. Andrew Scott Reisse fue jefe de ingenieros, hasta su fallecimiento en mayo de 2013. John Carmack pasa a ser el Director de tecnología de Oculus Rift en noviembre de 2013, después de dejar la empresa id Software.

2.2.2 Versiones

Oculus Rift cuenta con dos versiones, ambas diseñadas para desarrolladores. Son conocidas por las siglas DK o

“Development Kit” (Kit de desarrollo) y el número de versión correspondiente.

Versión de desarrollo

El Development Kit 1, también llamado DK1, fue enviado a aquellos que respaldaron el proyecto de Kickstarter con 300 dólares o más, y a aquellos que lo compraron por el mismo precio una vez fundado el proyecto. Fue retirado del mercado en marzo de 2014, días antes de la presentación del segundo kit de desarrollo o DK2.

El primer prototipo del dispositivo utilizaba una pantalla de 5,6 pulgadas, pero después del éxito en Kickstarter, Oculus decidió que, como el panel de 5,6 no estaba disponible en suficientes cantidades, cambiaría su diseño para utilizar una nueva pantalla de 7 pulgadas, lo que hizo que el DK1 fuera algo más voluminoso que los primeros prototipos.

El tiempo de refresco de píxeles de este nuevo panel es mucho más rápido, lo que reduce la latencia y el desenfoque de movimiento al girar la cabeza de una forma rápida. La pantalla LCD es más brillante y la profundidad de color es 24 bits por píxel. La pantalla de 7 pulgadas también hace que el 3D estereoscópico ya no tenga superposición de 100%, el ojo izquierdo ve área adicional a la izquierda y el ojo derecho ve área adicional a la derecha. Esto imita la visión humana normal.

El campo de visión es de más de 90 grados horizontales (110 grados en diagonal), que es más del doble del campo de visión de la mayoría de los dispositivos de la competencia, y es la fuerza principal del dispositivo. Está destinado a cubrir casi todo el campo visual del usuario de vista, para crear un fuerte sentido de la inmersión. La resolución es de 1280 × 800 (Con relación de aspecto 16:10), que conduce a un efectivo de 640 × 800 por ojo (Con relación de aspecto 4:5). Sin embargo, el DK1 no cuenta con un 100% de coincidencia entre los ojos, la resolución horizontal combinado es efectivamente superior a 640. La imagen para cada ojo se muestra en el panel como una imagen tipo cojín que se corrige a continuación, por las lentes en el visor para la generación de una imagen esférica-asignada para cada ojo. Se espera que la resolución del Oculus Rift aumente a 2560 × 1440 para la versión final al consumidor. A esto hay que sumarle la pérdida de resolución visible al no aprovechar toda la pantalla y al ampliar la imagen con las ópticas.

Los prototipos iniciales utilizaron un rastreador de movimiento de cabeza Hillcrest 3DOF que normalmente es de 120 Hz, con un firmware especial que John Carmack pidió, que lo hace funcionar a 250 Hz, la velocidad de latencia es importante debido a la dependencia del realismo de la realidad virtual en el tiempo de respuesta. La última versión incluye el nuevo Rastreador Reality funcionando a 1000 Hz de Oculus que permitirá el seguimiento de latencia mucho más baja que casi cualquier otro rastreador. Utiliza una combinación de giroscopios de 3 ejes,

acelerómetros y magnetómetros, que lo hacen capaz rastrear el movimiento y posición en relación a la tierra.

El peso del visor es de aproximadamente 379 g (un aumento de alrededor de 90 gramos, debido al aumento de tamaño de la pantalla) y no incluye auriculares. El visor dispone de un dial de cada lado, el cual se puede activar con un destornillador, que permite ajustar cada pantalla se mueva más cerca o más lejos de los ojos. El kit de desarrollo también incluye lentes intercambiables que permitan la sencilla corrección de distrofias. El ajuste de la distancia entre cada ojo se hace por software, aunque dada su gran ángulo de salida, esto no debería ser un problema grave con el Rift.

La versión DK1 tiene entradas DVI y HDMI en la caja de control, e incluye un cable DVI, dos cables HDMI y un adaptador de DVI a HDMI. La interfaz USB se utiliza para enviar datos de seguimiento a la máquina servidor y encender el dispositivo, lo que podría evitar la necesidad de una fuente de alimentación externa. Sin embargo, ya que sus requerimientos de energía superan ligeramente la clasificación de USB, vendrá con un adaptador de corriente que opcionalmente se puede utilizar para conectar la caja de control a una toma de corriente para los equipos que no proporcionan suficiente potencia USB.

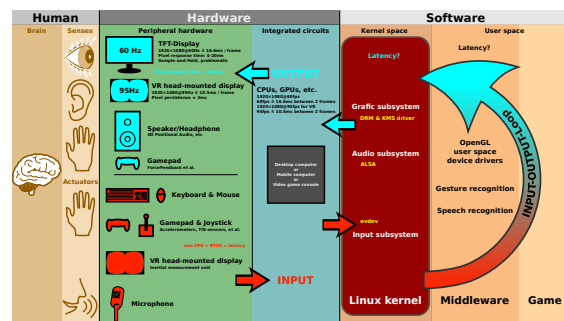


Versión del consumidor

La versión de Oculus Rift para el consumidor está actualmente en desarrollo. Esta será dirigida para el comercio en general y la mejora de las características de sus componentes. Mejora en el seguimiento de la cabeza del usuario, posicional, mayor resolución^[10] y wireless son algunas de las que han sido tomadas en consideración para esta versión.^[11]

En junio de 2013, una versión a 1080p fue mostrada en el E3.^[12] Un año después, enero de 2014, se dio a conocer una actualización llamada “Cristal Cove” en el Consumer Electronics Show. Esta usa una persistencia de la visión sobre una pantalla OLED e incluye un nuevo sistema de seguimiento del movimiento que usa una cámara externa, la cual hace un rastreo de puntos localizados en el casco. El nuevo sistema de seguimiento de movimiento permite detectar acciones, así como inclinarse o agacharse, lo cual ahora ayuda a evitar experiencias de mareo sufridas por los usuarios, cuando antes el software no respondía a dichas acciones.^[13] El 30 de abril de 2014, Business Insider mostró un artículo donde afirmaba que la versión para el consumidor de Oculus Rift sería lanzada en 2015, basada en una cita parcial atribuida a la “Administración en Oculus VR.” La cita en cuestión indicaba que la compañía estaría “decepcionada” si Oculus Rift no se llegara a lanzar comercialmente antes de 2016.^[14] Este artículo ha sido usado de referencia en muchas otras fuentes como información oficial para fijar la fecha de lanzamiento en 2015,^{[15][16][17][18]} pero los representantes de Oculus aseguran que dicha fecha aún no ha sido anunciada.^{[19][20]}

2.2.3 Software



imágenes por segundo (95 Hz) y latencia (3 ms).

Los juegos y sus plataformas deben ser diseñados específicamente para funcionar correctamente con Oculus Rift. Para ello, Oculus ha creado un kit de desarrollo de software (SDK) para ayudar a los desarrolladores con la integración de Oculus Rift en sus juegos. Este incluye código, ejemplos y documentación. La integración de Oculus Rift en los juegos empezará con los PC y Smartphones, seguido más adelante por las consolas. Desde su inicio, muchos desarrolladores han estado trabajando en su integración.^[21] Algunos títulos pueden ser jugables gracias al código abierto: Vireio Perception VR Drivers.^[22]

Team Fortress 2 fue el primer videojuego donde se añadió soporte para el Oculus Rift, y actualmente está disponible para jugar con el kit de desarrollo de Oculus Rift mediante el uso de una opción en la línea de comandos. El segundo título para apoyar el Oculus Rift fue la versión solo para Oculus del *Museum of the Microstar*, lanzado en abril de 2013. *Half-Life 2* fue el tercero, y *Hawken* el cuarto. Oculus utilizó este último en la demo del Rift en

la GDC.

Otros juegos que cuentan con soporte total o parcial para esta plataforma son: *Left 4 Dead*, *Skyrim*, *Portal 2*, *Half Life 2*, y *Bioshock*.^[23]

Cabe señalar que muchos de los juegos actuales no se traducen bien a VR debido al uso de características tales como HUD, escenas cinemáticas, menús, secciones en tercera persona, velocidades de movimiento rápido, no ser capaz de ver el propio cuerpo, etc.

El primer videojuego español nativo para Oculus Rift fue *Atfens VR*^[24] creado desde 0 para esta plataforma de la mano de un equipo de desarrollo catalán.

2.2.4 Proyectos relacionados

Mientras trabajaba como diseñador en la Universidad de Southern California Institute de Tecnologías Creativas, Palmer Luckey trabajó en el proyecto FOV2GO: un kit de bajo coste que consiste en una carcasa simple y una óptica para permitir que alguien añadiese un chip HMD usando un teléfono móvil como la pantalla del dispositivo.^[25] El proyecto FOV2GO está ahora disponible en formato plantilla que permite que cualquiera pueda construir la unidad para sí mismo.

Un equipo de la Universidad del Sur de California en julio de 2014 anuncio estar trabajando en la creación de una experiencia de realidad virtual denominada "Proyecto Holodeck", que utiliza los controladores de movimiento Razer Hydra, PS Move, y el Oculus Rift HMD para dar al usuario la impresión de estar dentro de un mundo virtual.^{[26][27]} En la Game Developers Conference DE 2014, Sony anunció Project Morpheus, que utilizaba prototipos para su demostración. El 1 de marzo de 2015, HTC y Valve Corporation anunciaron que están codesarrollando un HMD nombrado el HTC Vive.^{[28][29]} Se rumorea que el producto tiene una fecha de lanzamiento en noviembre de 2015.^[30]


2.2.5 Referencias

- [1] Gordon, Rob. «Oculus Rift Will Be Cheaper Thanks To Facebook; Aiming For 2016 Release» (en inglés). Consultado el 5 de enero de 2016.
- [2] «Oculus Rift virtual reality headset gets Kickstarter cash». BBC. Consultado el 5 de enero de 2016.
- [3] «Former Apple Talent Developing Oculus Rift Headtracker, "9 DOF" and 760Hz Gyro Sampling». Roadtovr.com. Consultado el 9 de septiembre de 2013.
- [4] «Carmack Makes Virtual Reality Actually Cool».
- [5] Welsh, Oli (7 de junio de 2012). «John Carmack and the Virtual Reality Dream». *Eurogamer*. Consultado el 1 de agosto de 2012.

- [6] Rosenberg, Adam (14 de junio de 2012). «Hands-On With Oculus Rift, John Carmack's Virtual Reality Goggles». *G4TV*. Consultado el 1 de agosto de 2012.
- [7] Welch, Chris (25 de marzo de 2014). «Facebook buying Oculus VR for \$2 billion». Consultado el 26 de marzo de 2014.
- [8] «Facebook to Acquire Oculus». Facebook newsroom. 25 de marzo de 2014.
- [9] Kovach, Steve (25 de marzo de 2014). «Facebook Buys Oculus VR For \$2 Billion». *Business Insider*. Consultado el 12 de mayo de 2014.
- [10] «The Oculus Rift Now Does 1080p». Kotaku. Consultado el 14 de junio de 2013.
- [11] «Oculus Rift 2.0, a 1080p+ High FoV HMD by 2013 Under \$1000? « Road to Virtual RealityRoad to Virtual Reality». Roadtovr.com. Consultado el 9 de septiembre de 2013.
- [12] «E3 2013: New 1080p Oculus Rift with Unreal Engine 4». *IGN*. Consultado el 1 de noviembre de 2013.
- [13] «Oculus reveals Crystal Cove prototype virtual reality headset with intriguing OLED display». *The Verge*. Consultado el 7 de enero de 2014.
- [14] «Oculus Rift Will Finally Go On Sale To Consumers Next Year». *Business Insider*. 30 de abril de 2014.
- [15] «Oculus Rift launch date officially confirmed for 2015». *Beta News*. 2 de mayo de 2014.
- [16] «Oculus Rift Won't Arrive Until 2015». *Tom's Hardware*. 1 de mayo de 2014.
- [17] «Officials Announce Oculus Rift Should Hit Stores In 2015». *Crowdfund Insider*. 1 de mayo de 2014.
- [18] «Commercial version of the Oculus Rift set to hit the market in 2015». *Kit Guru*. 2 de mayo de 2014.
- [19] «Update From Oculus- News Bits: Oculus Confirms Consumer Rift for 2015?». *Road to VR*.
- [20] «I E-mailed Oculus immediately after seeing the business insider article about CV1 release, here's their response». *Reddit /r/Oculus*. 2 de mayo de 2014.
- [21] Dutta, Soni. «Why Oculus Rift is the Future in Gaming». *Gizmonline*. Consultado el 18 de diciembre de 2013.
- [22] «Introducing Vireio Perception (3D Driver for Oculus Rift)». *Mtbs3d.com*. Consultado el 1 de noviembre de 2013.
- [23] *MTBS GameGrade VR*. *Mtbs3d.com*. Retrieved on 2014-01-14.
- [24] Sitio Web oficial
- [25] Nelson, David (June 12, 2012). "MxR Lab Members and Alum Get Play at E3". University of Southern California. Retrieved August 2, 2012. "MxR Lab Members and Alum Get Play at E3".

- [26] *“Project Holodeck Seeks to Build a Platform for Virtual Reality Games Road to Virtual Reality”*.
- [27] <https://www.engadget.com/2012/07/23/project-holodeck-and-oculus-rift-engadget.com> Project Holodeck and Oculus Rift hope to kickstart every gamers' VR dream for \$500 (video)
- [28] «Valve's VR headset is called the Vive and it's made by HTC». *Road Tovr*.
- [29] «"Valve's VR headset is called the Vive and it's made by HTC». *The Verge*.
- [30] «STEAM PAGE POINTS TO NOVEMBER RELEASE FOR HTC VIVE».». *VRFOCUS*.

2.2.6 Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Oculus Rift**. Commons
- Sitio Web oficial
- Análisis en castellano del Oculus Rift DK1 | realovirtual.com
- Sitio Web oficial del primer videojuego español nativo para Oculus Rift
- Oculus Rift Comunidad
- Oculus Rift: la realidad virtual aplicada a los accidentes de coche
- Información sobre Oculus Rift en Español | gafasoculus.com

2.3 HTC Vive

HTC Vive es un casco de realidad virtual que está siendo desarrollado por HTC y Valve. El dispositivo está diseñado para utilizar el espacio en una habitación y sumergirse en un mundo virtual en el que se permite al usuario caminar y utilizar controladores para interactuar con objetos virtuales.^[1] Fue revelado durante el *Mobile World Congress*, en marzo de 2015, y durante el CES 2016 el Vive ganó más de 22 premios.

2.3.1 Desarrollo

En 2014 se mostraron prototipos de un sistema de realidad virtual producido por la empresa Valve. El 23 de febrero de 2015 se anunció que se enseñaría durante la *Game Developers Conference* de ese año un sistema de hardware de SteamVR.^{[2][3][4]} Más tarde, el 1 de marzo de 2015, HTC reveló oficialmente el Vive.^[1] Antes de la versión para consumidores se fabricó el Vive PRE, que fue gratuito para algunos desarrolladores de videojuegos.^{[5][6]}

El 29 de febrero de 2016 se abrieron los pedidos online para el Vive, que serían entregados en abril de ese año, con un precio de venta de 777\$ en EEUU y 899€ en la UE, más gastos de envío.^[7]

2.3.2 Especificaciones técnicas

HTC afirma que el Vive tiene una frecuencia de actualización de 90 Hz. El dispositivo utiliza dos pantallas, una para cada ojo, cada una con una resolución de 1080x1200.^[8] Utiliza más de 70 sensores, incluyendo un giroscopio MEMS, acelerómetros y sensores láser, y está hecho para funcionar en un área de seguimiento de 4.6 metros por 4.6 metros, teniendo una precisión de menos de un milímetro.^[9] El sistema de seguimiento, llamado “Lighthouse”, fue diseñado por Alan Yates y utiliza fotosensores para el seguimiento de los objetos; para evitar problemas de oclusión el Vive combina dos Lighthouses que barren todo un espacio con láseres de luz estructurada.^[10]

La cámara frontal permite detectar cualquier objeto, estático o en movimiento, en un área; Esta función sirve también como sistema de seguridad, mostrando el mundo real para evitar que los usuarios choquen con objetos.^{[5][11]}

2.3.3 Juegos

Por el momento se sabe de un total de 107 títulos que estarán disponibles para el HTC Vive, tres de ellos (Job Simulator, Fantastic Contraption y Tilt Brush) incluidos gratuitamente con la compra de un Vive.^[12]

2.3.4 Adopción



Un Vive PRE para desarrolladores.

Valve da mucha importancia tanto a los desarrolladores independientes como al contenido creado por usuarios, y HTC tiene una política abierta con los creadores independientes, que contribuyen a toda la comunidad de la realidad virtual, hecho que impulsa la adopción de los cascos. El Vive tiene la ventaja de poder ser utilizado sentado y

de pie, ampliándose sus usos potenciales para educación, diseño o entrenamiento para pilotos.

El 30 de abril de 2015 Epic Games anunció soporte para SteamVR, permitiendo a los desarrolladores crear proyectos con Unreal Engine 4 para el HTC Vive.^{[13][14]} Declararon que SteamVR está totalmente integrado en Unreal Engine 4 con código nativo, y por tanto se podrían construir proyectos sin necesidad de depender de un desarrollador.^[15]

Por parte de los consumidores se espera una adopción lenta pero sólida, como con el resto de dispositivos de realidad virtual, debido a los altos precios de la primera versión para el público. Sin embargo, solo en los 10 primeros minutos de pedidos online se vendieron más de 15.000 unidades del Vive, una buena cifra para una tecnología naciente.^[16]

2.3.5 Véase también

- Realidad virtual
- Oculus Rift
- PlayStation VR
- Windows Holographic
- Samsung Gear VR
- Google Cardboard

2.3.6 Referencias

- [1] «Valve's VR headset is called the Vive and it's made by HTC». *The Verge*. Consultado el 1 de marzo de 2015.
- [2] «Valve is making a VR headset and its own Steam Machine». *Engadget*. Consultado el 1 de marzo de 2015.
- [3] «Valve showing off new virtual reality hardware and updated Steam controller next week». *The Verge*. Consultado el 1 de marzo de 2015.
- [4] «Valve's VR headset revealed with Oculus-like features». *The Verge*. Consultado el 1 de marzo de 2015.
- [5] «HTC Vive Pre impressions: A great VR system has only gotten better». *Ars Technica*. Consultado el 28 de enero de 2016.
- [6] «Valve, HTC Offering Free Vive VR to Developers». *The Verge*. Consultado el 6 de abril de 2015.
- [7] «HTC Vive pre-orders to start on February 29». *Telegraph.co.uk*. Consultado el 22 de enero de 2016.
- [8] «Valve and HTC reveal Vive VR headset». *GameSpot*. Consultado el 1 de marzo de 2015.
- [9] «HTC reveals virtual reality headset with Valve at MWC». *bbc.co.uk*. BBC. Consultado el 2 de marzo de 2015.

- [10] Buckley, Sean. «This Is How Valve's Amazing Lighthouse Tracking Technology Works». *Gizmodo*. Consultado el 2 de julio de 2015.
- [11] «HTC: Why Vive Will Beat Oculus VR at Its Own Game». *Tom's Guide*. Consultado el 18 de julio de 2015.
- [12] Stead, Chris (29 de marzo de 2015). «107 games revealed ahead of HTC Vive pre-order launch». *Finder*. Consultado el 29 de febrero de 2016.
- [13] Hall, Charlie (30 de abril de 2015). «Now anyone can build for SteamVR with Epic's Unreal Engine 4». *Polygon*. Vox Media. Consultado el 3 de mayo de 2015.
- [14] Kastrenakes, Jacob; Robertson, Adi (30 de abril de 2015). «Steam's virtual reality just got a boost from the maker of Unreal Tournament». *The Verge*. Vox Media. Consultado el 3 de mayo de 2015.
- [15] Cowley, Dana (30 de abril de 2015). «Unreal Engine 4 Releases With SteamVR Support». *Unreal Engine*. Epic Games. Consultado el 3 de mayo de 2015.
- [16] «HTC sold 15,000 Vive units in its first 10 minutes on sale». *The Verge*. Consultado el 7 de marzo de 2016.

2.3.7 Enlaces externos

- Sitio web oficial
- [github.com/ValveSoftware/openvr SDK de OpenVR]

2.4 Samsung Gear VR



Samsung Gear VR

Samsung Gear VR ^[1] ^[2] ^[3] es un dispositivo de realidad virtual Head-mounted display desarrollado por Samsung Electronics en colaboración con Oculus VR .

2.4.1 Referencias

<http://www.samsung.com/global/microsite/gearvr/>

[1] http://elpais.com/eventos/2015/02/18/mwc/1424281136_492600.html Samsung trae a España sus gafas VR de realidad virtual

[2] <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/entre-bits-chips/2015/07/14/realidad-aumentada-para-el-galaxy-s6.html> Samsung consiguió un "efecto Wuala!" con su primer Gear VR. Era un equipo de realidad aumentada diseñado junto con Oculus para su Note 4. El visor sacaba provecho de la gran resolución de la pantalla del móvil: 2.560 x 1.440 puntos en un tamaño de 5,7 pulgadas.

[3] «Samsung value & code of conduct».



• Google Cardboard



2.5 Google Cardboard

Google Cardboard es una plataforma de realidad virtual (VR) desarrollada por Google sobre la base de cartón plegable, de allí su nombre, que funciona a partir de montar un teléfono móvil inteligente con Android o IOS.^{[2][3][4][5]}

2.5.1 Desarrollo

La experiencia de realidad virtual con Google Cardboard

La premisa de Google Cardboard es la de transformar un smartphone cualquiera con android en una plataforma de realidad virtual por menos de U\$S 5 gracias a los materiales necesarios. Con apenas un cartón plegable recortado y 2 lentes, es posible montar el teléfono inteligente y aprovechar las aplicaciones de Android VR. Marca en este sentido su diferencia principal con otros productos como **Oculus Rift**, que requieren de una computadora potente y un software específico para su uso. La **realidad virtual** es un entorno de escenas u objetos de apariencia real, generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través normalmente de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual. Este puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad.



•

2.5.2 Versión 1.0

La versión 1.0 se regaló en el Google I/O del 2014 y era así:

- Tiene un botón que es un imán.
- Tiene 2 lentes de resina.
- Era hecho de cartón.
- Se arma en 12 pasos.

2.5.3 Versión 2.0

En el 2015 Google sacó a la venta la versión 6.0 Sus mejoras son:

- Se arma en 3 pasos.
- Tiene sujetador para la cabeza.
- Tiene otro botón en lugar del imán.

Requerimientos

2.5.4 Cómo funciona

Los lentes están para dar la sensación de profundidad. Los campos de visión para el ojo izquierdo y derecho están delimitados por una franja de cartón separatoria en el centro de las gafas. Los cristales crean un efecto lupa, así que es bastante importante que nuestro teléfono tenga una concentración más bien alta de píxeles por pulgada para usar Google Carboard.

2.5.5 Requerimiento

- Smartphone con pantalla de 4 a 6 pulgadas (Versión 2.0)
- Smartphone con pantalla de 4 a 5 pulgadas (Versión 1.0)
- Smartphone con pantalla de 4 a 7 pulgadas (Versión 3.0)
- Smartphone con pantalla de 40 a 80 pulgadas (Versión 10.1.4)

2.5.6 Información de seguridad

- No uses Cardboard mucho tiempo seguido, descansa de vez en cuando. Si sientes náuseas, mareos, desorientación o que se te cansa la vista, deja de usar Cardboard inmediatamente.
- Los niños no deben usar Cardboard sin la supervisión de un adulto.
- No uses Cardboard mientras conduces, andas o en cualquier otra situación que te distraiga del mundo real y te impida cumplir las leyes sobre seguridad vial o de otro tipo. No conduzcas ni manejes maquinaria pesada justo después de usar Cardboard si no te encuentras bien o te sientes desorientado.
- Si has sufrido ataques epilépticos o eres propenso a ellos, consulta a un médico antes de usar Cardboard.

2.5.7 Referencias

- [1] Google Code of Conduct
- [2] Dougherty, Conor (28 de mayo de 2015). «Google Intensifies Focus on its Cardboard Virtual Reality Device». *New York Times*. Consultado el 17 de junio de 2015.
- [3] <http://www.elpais.com.co/elpais/tecnologia/noticias/google-quiere-ganar-terreno-mercado-realidad-virtual>
Google quiere ganar terreno en el negocio de la realidad virtual
- [4] <http://www.cnet.com/es/noticias/google-cardboard-2-la-realidad-virtual-despegaria-en-google-io/>
Google Cardboard versión 2: la realidad virtual podría despegar en Google I/O
- [5] <http://wearabletech.es/google-cardboard-virtual-reality-kit-review/> Aunque el otro día en el artículo sobre mi paso por el Euskalencounter hablé de mi experiencia con la Realidad Aumentada Lowcost de Google, he decidido crear un artículo específico sobre mi experiencia con las Google Cardboard, con el objetivo de que no tengáis que leerlos todo el artículo anterior entero.

2.5.8 Enlaces externos

- <https://www.google.com/get/cardboard/>
- <https://developers.google.com/cardboard/?hl=en>
- Google Glass, **Google Glass** (“GLASS”) es un dispositivo de visualización tipo *gafas de realidad aumentada* desarrollado por Google.^[1]

[1] Goldman, David (4 de abril de 2012). «Google unveils 'Project Glass' virtual-reality glasses». *Money* (CNN).

- **Oculus Rift, Oculus Rift** es un casco de realidad virtual que está siendo desarrollado por Oculus VR. Durante su periodo como compañía independiente, Oculus VR ha invertido 91 millones de dólares para el desarrollo de Oculus Rift.

La versión para el consumidor está prevista para 2016.

- *Samsung Gear VR*, Samsung product in partnership with Oculus VR
- *Project Morpheus*, Sony's VR project

2.6 Oculus VR



The Development Kit 2

Oculus VR es una compañía que desarrolla tecnología de realidad virtual. Su primer producto, aún en desarrollo, es el Oculus Rift, un Head-mounted display, el cual permite una experiencia inmersiva en realidad virtual. Fue adquirida por Facebook en el año 2014.

2.6.1 Enlaces externos

- Foro Oficial de desarrolladores de Oculus VR

2.7 PlayStation VR

PlayStation VR, anteriormente conocido bajo el nombre clave **Project Morpheus** durante su desarrollo, es un visor de realidad virtual desarrollado por **Sony Interactive Entertainment** y manufacturado por **Sony**,^[1] programado para salir a la venta el 13 de octubre de 2016.^[2]

Esta diseñado para ser funcional con la plataforma hogareña **PlayStation 4**. En ciertos videojuegos y demos para este sistema VR, el jugador que lleve puesto el visor actúa separadamente de otros jugadores sin el visor. El sistema **PlayStation VR** puede dar salida a una imagen para el visor **PlayStation VR** y un televisor al mismo tiempo, con la televisión ya sea reflejando la imagen que aparece en el visor, o mostrando una imagen separada para el juego competitivo o cooperativo. **PlayStation VR** funciona tanto con el controlador estándar **DualShock 4** o los controles **PlayStation Move**.^[3]

PlayStation VR tiene un panel **OLED** de 5,7 pulgadas, con una resolución de matriz de subpíxeles **RGB** de 1080p, o 960 × 1080 × **RGB** por cada ojo.^{[4][5]} El visor también tiene una caja de procesador que permite la salida de vídeo de la Pantalla Social a la televisión, así como procesar los efectos de sonido 3D, y utiliza un conector para auriculares de 3,5 mm.^{[4][6]} También cuenta con 9 **LEDs** de posición en su superficie para **PlayStation Camera** con el fin de rastrear el movimiento 360 grados de cabeza,^{[4][7]} y se conecta a la plataforma **PlayStation 4** mediante **HDMI** o **USB**.

2.7.1 Historia

El interés de **Sony** en la tecnología para la cabeza se remonta a los años 90. Su primera unidad comercial, **Glasstron**, se lanzó en 1997. Una aplicación de esta tecnología fue el juego **MechWarrior 2**, que permitía a los usuarios de **Glasstron** o **Virtual I/O's iGlasses** adoptar una perspectiva visual desde dentro de la cabina de la nave.

A comienzos de 2014, el ingeniero de investigación y desarrollo de **Sony Computer Entertainment**, **Anton Mikhailov**, dijo que su equipo había estado trabajando en el **Project Morpheus** por más de tres años. Según **Mikhailov**, **PlayStation Move**, lanzado en junio de 2009, fue diseñado sin tener en cuenta la futura tecnología que se desarrollaría para el sistema de **PlayStation VR**. “Lo construimos y detallamos para ser un controlador VR, incluso como si el sistema VR no fuese un producto. Como ingenieros, simplemente dijimos que hicimos lo que había que hacer... En esos tiempos, no teníamos un proyecto a nivel comercial en el que pudiésemos trabajar, pero fue diseñado definitivamente con esa idea en mente”. **Shuhei Yoshida**, el presidente de **Sony Computer Entertainment Worldwide Studio** también comenta que el proyecto comenzó como una actividad de base entre ingenieros y programadores, que acabó centrándose en 2010, una vez que **PlayStation Move** se lanzó al mercado.

Project Morpheus se anunció por primera vez en el año 2014 en la **Game Developers Conference**. El presidente de **Sony Computer Entertainment Worldwide Studio**, **Shuhei Yoshida**, introdujo el dispositivo el 18 de marzo de 2014 y comentó que el **Project Morpheus** es “la próxima innovación de **PlayStation** que dará forma al futuro de los videojuegos”.

El 15 de septiembre de 2015 se anunció que **Project Morpheus** había sido bautizado como **PlayStation VR**.

El 8 de octubre de 2015 **Sony** compró por una cantidad desconocida, **SoftKinetic**, una start-up de tecnología centrada en reconocimiento de gestos a diferentes niveles de profundidad, entre otros campos.

El 2 de noviembre de 2015 **Sony** confirmó que todavía esperaban que la fecha de lanzamiento se produjese en la primera mitad de 2016. Mientras tanto, no han anunciado el precio de venta, podemos aventurar que tendrá un precio parecido al de una consola. En contraste, **Sony** anunció el precio de lanzamiento de **PS4** (399 €) cinco meses antes del lanzamiento y la fecha oficial de su salida al mercado en múltiples regiones con tres meses de antelación.

2.7.2 Hardware

El prototipo revelado en **GDC'15** incluye un **OLED** de 1920 × 1080 píxeles (que proporciona 960 × 1080 píxeles de resolución por cada ojo) con una matriz de subpíxeles **RGB**,^[5] y es capaz de mostrar contenido a 120fps.^[2] Cuenta con un campo de visión de 100 °, **6DOF** para seguimiento de la cabeza, **3D** estereoscópico, y salida de vídeo sin deformar a un televisor, ya sea para que otros vean lo que ve el usuario con el caso, o una pantalla separada para competir contra el usuario con el visor utilizando un controlador **DualShock4** estándar.

En septiembre de 2015 se reveló que el visor tendría tres modos de renderizado para desarrolladores a elegir entre: nativa de 90 Hz, nativa de 120 Hz, y un modo en el modo de juego funcionando a 60 Hz se mostraría a 120 Hz utilizando una técnica de interpolación de movimiento llamado **reproyección asíncrona**.^[8] La interpolación se lograría con pocos recursos del sistema y una pequeña latencia de menos de 18 milisegundos. La técnica también se utiliza en el modo nativo 120 Hz para garantizar la tasa de fotogramas consistente.^[9] De acuerdo con un representante de **Sony**, la compañía espera que el modo de 120 Hz interpolado sea una opción popular para videojuegos.^[8]

2.7.3 Características

Jugabilidad cooperativa

PlayStation VR puede renderizar dos pantallas diferentes simultáneamente: una para el sistema y otra completamente diferente para la televisión. El objetivo, inidcan

desde Sony, es evitar que VR se convierta en una plataforma de experiencias en solitario.^[10]

“Japan Studio ha creado un nuevo demo llamado *Monster Escape*. Se trata de un juego para cinco jugadores, uno contra cuatro. Uno es la persona que lleva Morpheus [PlayStation VR]. Y si tu estas en Morpheus, te conviertes en el “Monstruo”. Mientras las otras cuatro personas manejan los mandos DualShock, viendo la TV y jugando en el videojuego como si fuese un videojuego normal, luchando contra el monstruo. ...Y en realidad, los desarrolladores de tercera estaban adelantados a nosotros en términos de crear el juego llamado *Keep Talking and Nobody Explodes*. ...Una persona lleva puesto Morpheus y esa persona mira hacia una bomba, que es como una bomba de tiempo. Para estabilizarla, el otro jugador (a través de la televisión) que está jugando sin usar Morpheus, tiene un manual de instrucciones. Ese jugador tiene que decirle a la persona que tiene puesto Morpheus como hacer el trabajo. Pero ese persona no ve lo que la persona que usa Morpheus está viendo. Así que se tienen que comunicar... Entonces eso es una experiencia social”.^[10]

Modo cinematático

Todos los videojuegos estándar de PlayStation 4 se pueden reproducir en un “modo cinematático” que simula una pantalla de cinco metros en un espacio virtual, según Sony ha declarado. Los usuarios también pueden ver las fotografías y vídeos de 360 grados, que sean capturados por medio de dispositivos tales como cámaras omnidireccionales, a través del reproductor de multimedias. Otras características, como Share Play and Live de PlayStation, también serán compatibles dentro del visor.

2.7.4 Demos

Los siguientes videojuegos se han utilizado para promocionar PlayStation VR, aunque no está todavía confirmado que vayan a salir a la venta:

- The Castle (SCEA R&D)
- Cyber Danganronpa VR (Spike Chunsoft)
- The Deep (SCE London Studio)
- Driveclub VR (Evolution Studios)
- Hatsune Miku (Sega)
- Jurassic Encounter (Supermassive Games)
- Kitchen (Capcom)

- Magic Controller (SCE Japan Studio)
- Street Luge (SCE London Studio)
- Summer Lesson (Katsuhiro Harada)
- Thief (Eidos Montréal)
- The Idolmaster One For All (Bandai Namco Games)

2.7.5 Mercadotecnia

PlayStation VR se demostró por primera vez en *The Tonight Show Starring Jimmy Fallon*, jugando a *The Castle* y como concepto durante el evento *E3 2014*. Sony ha anunciado nuevos detalles respecto a Project Morpheus en el evento Game Developers Conference, en línea con el calendario oficial que aparece en su página web y las especificaciones anunciadas.


2.7.6 Referencias

- [1] «Sony announces Project Morpheus, a virtual reality headset coming to PlayStation 4». Polygon. Consultado el 16 de julio de 2014.
- [2] «PlayStation VR Launches October 2016». Sony. Consultado el 15 de marzo de 2016.
- [3] Pino, Nick (16 de marzo de 2016). «PlayStation VR hands on review - Tech Radar». Consultado el 17 de marzo de 2016.
- [4] Stein, Scott (6 de diciembre de 2015). «Sony PlayStation VR Release Date, Price and Specs - CNET». CNET. Consultado el 17 de marzo de 2016.
- [5] Alessio Palumbo. Sony Dev Explains Why PS VR Screen Is Crisper Than The Others, wccftech.com, November 2015.
- [6] Sarkar, Samit (16 de marzo de 2016). «PlayStation VR's processing unit doesn't add any power to the PS4». Polygon. Consultado el 17 de marzo de 2016.
- [7] O'Kane, Sean (15 de marzo de 2016). «Sony's PlayStation VR costs \$399 and is coming on October». The Verge. Consultado el 17 de marzo 2016.
- [8] Lang, Ben (17 de septiembre de 2015). «Sony Confirms New 90Hz Display Mode for PlayStation VR (formerly Morpheus)». *Road to VR*. Roadtovr.com. Consultado el 18 de mayo de 2016.
- [9] «How Sony's PS4 VR headset will bump 60 fps to 120 fps». *PS4 Daily*. PS4daily.com. 7 de marzo de 2015. Consultado el 18 de mayo de 2016.
- [10] Joseph Volpe. An intimate chat with Sony PlayStation's Shuhei Yoshida, engadget.com, 17/06/2015.

2.7.7 Véase también

- HTC Vive
- Oculus Rift
- Razer OSVR
- Samsung Gear VR

2.7.8 Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **PlayStation VR**. Commons
-
- Sitio web oficial

Capítulo 3

Origen del texto y las imágenes, colaboradores y licencias

3.1 Texto

- **Realidad virtual** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual?oldid=96822131 *Colaboradores:* 4lex, Lourdes Cardenal, Zwo-bot, Tostadora, Lew XXI, HugoMC, Geom, Periku, Mnts, Emijrp, Rembiapo pohyiete (bot), Marco Regueira, Kokoo, Further (bot), RobotQuistnix, Alhen, Chobot, Yrbot, Varano, Didac, BOTijo, YurikBot, GermanX, Equi, Dr Juzam, Banfield, Kepler Oort, Maldoror, Zanaqo, BOTpolicia, Alejandrosanchez, CEM-bot, JMCC1, -jem-, Afterthewar, Retama, Thijs!bot, Alvaro qc, Ricardoramirezj, Tortillovsky, Yeza, RoyFocker, Will vm, LMLM, Isha, Break-off, JANdbot, TARBOT, NestorFS, CommonsDelinker, Humberto, Netito777, Fixertool, Pólux, Dhidalgo, Darthjohn, Aibot, VolkovBot, Technopat, Aitor.aragon, Matdrones, Synthebot, House, Vatelys, Muro Bot, Numbo3, BotMultichill, SieBot, Thor8, BOTarate, SPZ, Belb, Chico512, Mutari, Jarisleif, HUB, Farisori, Eduardosalg, Pan con queso, Ruud2008, BetoCG, Hernaldo, Frei sein, Toolserver, Açipni-Lovrij, UA31, AVBOT, David0811, J.delanoy, Diegusjaimes, MelancholieBot, Arjuno3, Andreaemperu, Luckas-bot, Esperteyu, Boto a Boto, Diogenesclcinico42, SuperBraulio13, Jkwb, Rubinbot, Dreitmen, Savig, Danielito mini, Jarivia, Igna, Botarel, Eoleo, Jdcardonaq, Juan1034, Maca.collell, PatruBOT, Hmchmchmc, AldanaN, TjBot, Edslov, EmausBot, Savh, ZéroBot, HRoestBot, Beatrizbety, Sergio Andres Segovia, J. A. Gélviz, Fenoma, Rubpe19, Mecamático, Emiduronte, Jcaraballo, ChuispastonBot, JABO, KLBOT2, Vagobot, MetroBot, Invadibot, RjpBot, Érico, Santga, Helmy oved, Skunkman007, Vergamota2, Addbot, Metallzoar, Balles2601, PanDaGirl, Diegoxhs, Thibaut120094, Rafamel86, Franha85, Lolezno, David Adam Kess, Jarould, RG Kurt, Elreysintron, Kikipeña, Crystallizedcarbon, BenjaBot, Silvifp, Ruixz, Acasioxd, Ks-M9, Mariamar87, Melkart4k, Ángel Arroyo Martínez, Kellyeah, Franieta, ItziarMarin, Pierrot Lafouine, Krassine, Shareef37, Francisco Mateo Guilbert, Cotelani, Forenk, Marchelo2212, Wilderjharold, Migquezadap, ElegansEtFidelis, Not Ender, Baboubably y Anónimos: 248
- **Realidad aumentada** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada?oldid=95305136 *Colaboradores:* 4lex, Sabbut, Lourdes Cardenal, Robbot, Dodo, Sms, Benjalvero, Soulreaper, Emijrp, Rembiapo pohyiete (bot), RobotQuistnix, Yrbot, YurikBot, Gaijin, SDaniel-eswiki, Kekkyojin, Nihilo, Paintman, CEM-bot, Fedaro, Thijs!bot, Escarbot, LMLM, Isha, Marinna, TXiKiBoT, Fixertool, Idioma-bot, Technopat, Sbonet, Shooke, STBot-eswiki, Manwë, Belb, HUB, Estirabot, Eduardosalg, Leonpolanco, Exactlimon, Alecs.bot, Marta1984-eswiki, Jperelli, Alexbot, Pepper 91, SilvononBot, Terminemos con el exceso de mayúsculas, UA31, AVBOT, Mizukane203, Louperibot, MastiBot, Diegusjaimes, Arjuno3, Luckas-bot, Amirobot, NACLE, Outisnn, ArthurBot, M3thod.mdf, SuperBraulio13, Manuel15, Xqbot, Jkwb, Rubinbot, Gruelas, Josepavidcuartas, Savig, Panderine!, BOTirithel, MondalorBot, RedBot, Vubo, Alan feniger, P2prules, Leugim1972, PatruBOT, Xell88, Juanjo86, Eneri86, SurfAst, DavidAG88, Quicorubio, EmausBot, ZéroBot, Fenoma, Grillitus, JackieBot, WikitanvirBot, Eldoom, Lotje, Antonorsi, UAWiki, Travelour, Yarte, Invadibot, Josueflopez, Javiermes, RosenJax, 2rombos, Eliza incierta, Marco fabio gonzález, Felo1979, Seabery, Sanzlp, Ivanretro, Addbot, Balles2601, Pabloaesp, Hectoragustin89, FelipeNunez, MarioFinale, Elbiendela humanidad, Jarould, Edvardo123, Contacto followAR, Osantanac, BenjaBot, Wilsonagus, Mellamocorrector, Jgonzalezsuarez, Yafet015, Ks-M9, Andresfnunez, Silvente Sandra, Galopax, Joako Gorrini123, Giovanni Robles, Marchelo2212, Maste-reducacionytics, Teacher3.0 y Anónimos: 172
- **Realidad mixta** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_mixta?oldid=87270901 *Colaboradores:* Jarfil, CEM-bot, Muro Bot, PaintBot, Locos epraix, Ktrippen, Savig, P2prules, Rezabot, KLBOT2, Elvisor, Lagoset y Anónimos: 1
- **Casco de realidad virtual** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Casco_de_realidad_virtual?oldid=94735903 *Colaboradores:* Fixertool, Technopat, Muro Bot, PaintBot, Locos epraix, AVBOT, Ktrippen, Savig, Zoram.hakaan, PatruBOT, Lauramarianella, Diego Moya, MerllwBot, KLBOT2, Elvisor, Lagoset, Franha85 y Anónimos: 8
- **Oculus Rift** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift?oldid=96608042 *Colaboradores:* Sabbut, Mnts, Petronas, Icvav, CEM-bot, Satanclos, Mr. Moonlight, Manbemel, Technopat, Raystorm, Leonpolanco, Alejandrocaro35, Hernaldo, Nerika, Shalbat, Arjuno3, Dennis6492, Pablohn6, SuperBraulio13, Nomarcland, FrescoBot, Savig, P2prules, PatruBOT, Kakahuete, Grillitus, Paethon, Albertojuanse, Diego Moya, UAWiki, Invadibot, Elvisor, Benjamín Núñez González, Jbarros3d, MaKiNeoH, ElGuruCesar, Balles2601, ScotXW, Neo Zeitegeist, Yamichi Takana, Lagoset, Doblecaña, David Adam Kess, Alyysz, Jarould, Crystallizedcarbon, BenjaBot, Thehipsterboy, Aida-yEstela, ANMDII MARRTTYMN, Fernando28121, Ks-M9, MrBeroch, Deivid06, Gabriel Rodríguez Rodulfo y Anónimos: 59
- **HTC Vive** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/HTC_Vive?oldid=96650339 *Colaboradores:* BOT-Superzerocool, Alejandrocaro35, PatruBOT, Invadibot, BenjaBot, Comunexia, NinoBot y Anónimos: 2
- **Samsung Gear VR** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Samsung_Gear_VR?oldid=95639479 *Colaboradores:* Sabbut, BOT-Superzerocool, Sergio Andres Segovia, Dani77Ska, David Adam Kess y BenjaBot

- **Google Cardboard** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Cardboard?oldid=96742817 *Colaboradores:* Sabbut, BOT-Superzerocool, Maleiva, CEM-bot, JoRgE-1987, Sergio Andres Segovia, Invadibot, Tuareg50, David Adam Kess, BenjaBot, NinoBot, José Antonio Arias Bedoya, Rafaellau17, ElegansEtFidelis y Anónimos: 11
- **Oculus VR** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/Oculus_VR?oldid=86480287 *Colaboradores:* Satanclous, Artistadelpecado, PatruBOT, Omar sansi, Elvisor, David Adam Kess y Anónimos: 2
- **PlayStation VR** *Fuente:* https://es.wikipedia.org/wiki/PlayStation_VR?oldid=96443623 *Colaboradores:* Bernard, Alejandrocaro35, Crescendo, Haebel, Daltreck, Jarould, BenjaBot, Carlitoscarlos, Mrucandio, Galopax, Deivid06, Kambojarsangeet, Vmorente y Anónimos: 9

3.2 Imágenes

- **Archivo:Aimoneyetap.jpg** *Fuente:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Aimoneyetap.jpg> *Licencia:* GPL *Colaboradores:* This image was moved to the Commons from <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Aimoneyetap.jpg>. The EN Wikipedia user “Glogger” took this picture of C. Aimone with injection moulded eyetap, for publication in the big Italian design magazine (they asked him to write an article on eyetaps with some pictures included). *Artista original:* EN:Glogger
- **Archivo:Assembled_Google_Cardboard_VR_mount.jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Assembled_Google_Cardboard_VR_mount.jpg *Licencia:* CC BY 2.0 *Colaboradores:* Google Cardboard *Artista original:* othree
- **Archivo:CAVE_Crayoland.jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/CAVE_Crayoland.jpg *Licencia:* Public domain *Colaboradores:* own work (self-photograph using timer) *Artista original:* User:Davepape
- **Archivo:Commons-emblem-question_book_orange.svg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Commons-emblem-question_book_orange.svg *Licencia:* CC BY-SA 3.0 *Colaboradores:* ` + ` *Artista original:* GNOME icon artists, Jorge 2701
- **Archivo:Commons-logo.svg** *Fuente:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Commons-logo.svg> *Licencia:* Public domain *Colaboradores:* This version created by Pumbaa, using a proper partial circle and SVG geometry features. (Former versions used to be slightly warped.) *Artista original:* SVG version was created by User:Grunt and cleaned up by 3247, based on the earlier PNG version, created by Reidab.
- **Archivo:Cyberith_Virtualizer.JPG** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Cyberith_Virtualizer.JPG *Licencia:* CC BY-SA 3.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Oleg2525
- **Archivo:Google_2015_logo.svg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Google_2015_logo.svg *Licencia:* Public domain *Colaboradores:* https://chromium.googlesource.com/chromium/src/+master/ui/webui/resources/images/google_logo.svg *Artista original:* Google Inc.
- **Archivo:Google_Cardboard_-_Fully_unfolded,_continued.JPG** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Google_Cardboard_-_Fully_unfolded%2C_continued.JPG *Licencia:* CC BY-SA 4.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Runner1928
- **Archivo:Google_Cardboard_-_Fully_unfolded.JPG** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Google_Cardboard_-_Fully_unfolded.JPG *Licencia:* CC BY-SA 4.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Runner1928
- **Archivo:HTC_Vive_(12).jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/HTC_Vive_%2812%29.jpg *Licencia:* CC BY 2.0 *Colaboradores:* <https://www.flickr.com/photos/pestoverde/17136185595> *Artista original:* Maurizio Pesce
- **Archivo:HTC_Vive_(2).jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/HTC_Vive_%282%29.jpg *Licencia:* CC BY 2.0 *Colaboradores:* <https://www.flickr.com/photos/pestoverde/16948507128> *Artista original:* Maurizio Pesce
- **Archivo:Linux_kernel_and_gaming_input-output_latency.svg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Linux_kernel_and_gaming_input-output_latency.svg *Licencia:* CC BY-SA 3.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* ScotXW
- **Archivo:MediatedReality_on_iPhone2009_07_13_21_33_39.jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/MediatedReality_on_iPhone2009_07_13_21_33_39.jpg *Licencia:* CC BY-SA 3.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Glogger
- **Archivo:Milgram_Continuum.png** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Milgram_Continuum.png *Licencia:* Public Domain *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Drgoldie
- **Archivo:Mrfops.jpg** *Fuente:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Mrfops.jpg> *Licencia:* Public domain *Colaboradores:* Transferido desde en.wikipedia a Commons. *Artista original:* Russell Freeman de Wikipedia en inglés
- **Archivo:Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Back.jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Back.jpg *Licencia:* CC BY 3.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Sebastian Stabinger
- **Archivo:Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Back_and_Control_Box.jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Back_and_Control_Box.jpg *Licencia:* CC BY 3.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Sebastian Stabinger
- **Archivo:Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Control_Box.jpg** *Fuente:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Control_Box.jpg *Licencia:* CC BY 3.0 *Colaboradores:* Trabajo propio *Artista original:* Sebastian Stabinger

- **Archivo:Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Front.jpg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Front.jpg Licencia: CC BY 3.0 Colaboradores: Trabajo propio Artista original: Sebastian Stabinger
- **Archivo:Oculus_Rift_development_kit_2.jpg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Oculus_Rift_development_kit_2.jpg Licencia: CC BY-SA 4.0 Colaboradores: Trabajo propio Artista original: Ats Kurvet
- **Archivo:Orlovsky_and_Oculus_Rift.jpg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cc/Orlovsky_and_Oculus_Rift.jpg Licencia: CC BY-SA 2.0 Colaboradores: Orlovsky and Oculus Rift Artista original: Sergey Galyonkin from Kyiv, Ukraine
- **Archivo:Playstation_VR_Headset_und_Controller_(28430730093).jpg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Playstation_VR_Headset_und_Controller_%2828430730093%29.jpg Licencia: CC BY 2.0 Colaboradores: Playstation VR Headset und Controller Artista original: Marco Verch
- **Archivo:Prince_of_Asturias_Foundation_Emblem.svg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/Prince_of_Asturias_Foundation_Emblem.svg Licencia: GFDL Colaboradores: [1] Artista original: Buho07
- **Archivo:Samsung_Gear_VR.jpg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Samsung_Gear_VR.jpg Licencia: CC BY 2.0 Colaboradores: <http://www.flickr.com/photos/pestoverde/15247458515> Artista original: <http://www.flickr.com/people/pestoverde/>
- **Archivo:Spanish_Language_Wiki.svg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Spanish_Language_Wiki.svg Licencia: CC BY-SA 3.0 Colaboradores: Derived from Wiki puzzle.svg by user:Kimbar Artista original: James.mcd.nz
- **Archivo:Toekomstfestival_20151.jpg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Toekomstfestival_20151.jpg Licencia: CC BY 2.0 Colaboradores: <https://www.flickr.com/photos/pvdanl/16293865630/> Artista original: Rebke Klokke (Partij van de Arbeid)
- **Archivo:VR-Helm.jpg** Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/VR-Helm.jpg> Licencia: Public domain Colaboradores: ? Artista original: ?
- **Archivo:Augmented_reality_-_heads_up_display_concept.jpg** Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/Augmented_reality_-_heads_up_display_concept.jpg Licencia: CC BY 2.0 Colaboradores: Concept for augmented reality mobile phone Artista original: Leonard Low from Australia
- **Archivo:Картон-очки.jpg** Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%BD-%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B8.jpg> Licencia: CC BY 2.0 Colaboradores: <https://www.flickr.com/photos/14387977@N03/17585164653/> Artista original: gilipollastv

3.3 Licencia del contenido

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0