

# REALIDADES MIXTAS EN ARTE, CIENCIA Y VIDEOJUEGOS: UN RECORRIDO HISTÓRICO DENTRO DEL ESPECTRO DEL REALITY-VIRTUALITY CONTINUUM

**Lic. Juan José María Tirigall**

[tirigall@gmail.com](mailto:tirigall@gmail.com)

## RESUMEN

Tomando como eje principal el clásico texto de P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi y F. Kishino “Augmented Reality: A class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum”, propondré un recorrido del espectro de Realidades Mixtas, ejemplificando con proyectos artísticos, científicos y videojuegos. Mostraré como en la historia del desarrollo de estas tecnologías, los campos de la ciencia, del arte y de los videojuegos se entrecruzan compartiendo referentes en relación a los procesos de investigación, producción y desarrollo.

*arte*

*videojuegos*

*realidades mixtas*

*realidad virtual*

*realidad aumentada*

*historia*

## 1. Definiciones

Para comenzar voy a definir sintéticamente los dos tipos de realidades mixtas más comunes en la actualidad, la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, para luego desarrollar los que es el espectro de Realidades Mixtas dentro del “Reality-Virtuality Continuum”(Milgram, Kishino, Take-mura, & Kishino, 1994).

### 1.1 Realidad Virtual (RV)

Podría decirse que la Realidad Virtual es el tipo de Realidad Mixta más conocido por el imaginario colectivo, “es un término que se aplica a un conjunto de experiencias sensoriales sintéticas, es decir generadas por computador, comunicadas a un operador o participante”(Manresa Yee, Abásolo, Más Sansó, & Véneré, 2011). Básicamente, es cuando el usuario está inmerso en un sistema completamente sintético que puede o no imitar las propiedades del mundo real.

La realidad virtual se puede definir como la supresión de la percepción del entorno físico y su reemplazo por un entorno generado por dispositivos de representación, “dicho entorno es contemplado por el usuario a través 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”<sup>1</sup>, implica simulación en tiempo real e interacción a través de múltiples canales sensoriales (visión, sonido, tacto, olfato, gusto).

Figura 1

Fuente: <https://hisour.com/es/immersion-virtual-reality-21313/>



Una aplicación de RV tiene cuatro características principales:

- Mundo Virtual

- Inmersión (mental y física)
- Retroalimentación (feedback) sensorial (Principalmente la vista, pero también puede incluir otros sentidos como el oído y el tacto)
- Interactividad

Los sistemas de RV más utilizados actualmente son:

- Cascos HDM (Head Mounted Display)
- Sistemas CAVE (cuevas) (figura 2.a)
- Pantallas gigantes (icon)
- Los WorkBench (figura 2.b)
- Monitor



(a)



(b)

Figura 2

*Dispositivos de salida de RV: cuevas o caves (a) y workbench (b) (Manresa Yee, Abásolo, Más Sansó, & Véneré, 2011)*

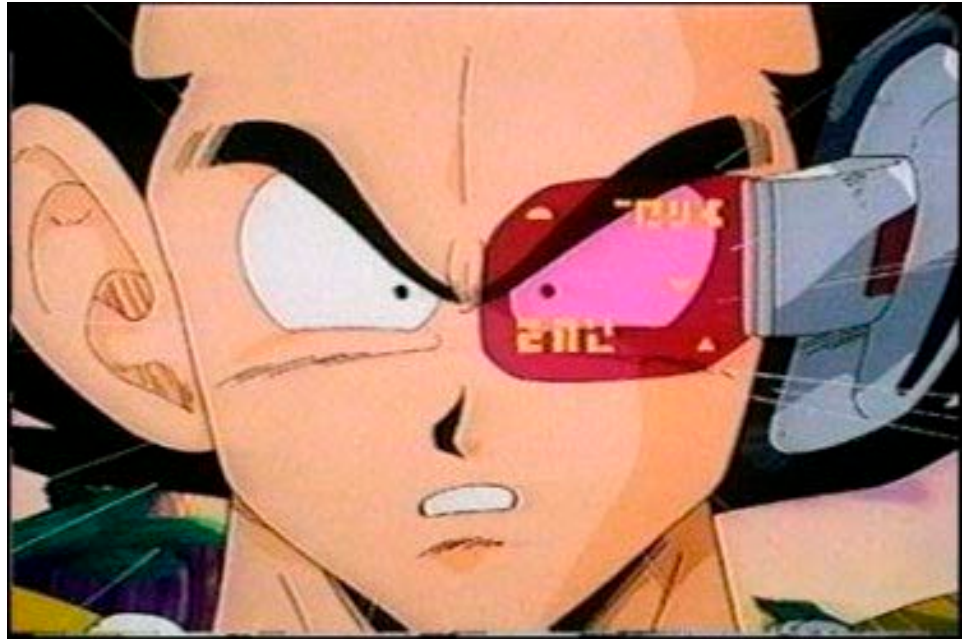
En 1991 se inició el desarrollo de la tecnología llamada CAVE (Cave Automatic Virtual Environment o ComputerAutomated Virtual Environment). En general, los CAVE crean vistas estereoscópicas que son proyectadas en una o más paredes de un espacio cúbico. Las proyecciones son corregidas para que se unan de manera natural en un máximo de seis paredes (incluyendo suelo y techo), haciendo que las esquinas físicas “desaparezcan”.

## 1.2 Realidad Aumentada (RA)

La Realidad Aumentada se podría entender como una manera de *augmentar* las habilidades del usuario utilizando sistemas de simulación. Una forma de realidad mixta donde el usuario, por medio de algún tipo de visor, puede ver la realidad física mediada por la información superpuesta en dicho visor.

Figura 3

Fuente: <https://i.pinimg.com/originals/76/a5/46/76a5464a111e5ed32fbbd76024dbd6a6.png>



En Wikipedia se la define de la siguiente manera, “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. Este dispositivo o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente; es decir, una parte sintética virtual a la real. De esta manera; los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real.”<sup>2</sup>

Un sistema de Realidad Aumentada debe tener las siguientes características(Azuma, 1997):

- Poder combinar la realidad física con la información sintética
- Los objetos virtuales están registrados en el mundo real, es decir, están integrados con coherencia espacial
- Tiene que ser interactivo y en tiempo real

Los elementos generados virtualmente tienen que estar vinculados perceptualmente con el mundo físico de manera coherente, a esto se lo denomina registro de imágenes. Este registro se consigue midiendo en todo momento la posición del usuario con respecto al espacio físico. Por otra parte, es común el uso de aplicaciones de RA en ambientes externos, donde se necesita conocer la posición global del usuario, para ello se utilizan dispositivos como los GPS.

Resumiendo, los dispositivos de Realidad Aumentada agregan información sintética a la realidad material del mundo físico. La diferencia principal entre Realidad Virtual y Realidad Aumentada es que la Realidad Virtual implica la inmersión del participante en un mundo totalmente virtual, en cambio la Realidad Aumentada implica mantener la percepción del mundo físico con agregados de elementos virtuales integrados perceptualmente.

### 1.3 Realidad Mixta

La definición de Wikipedia es “La realidad mixta (RM), también llamada a veces realidad híbrida, es la combinación de realidad virtual y realidad aumentada. 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.”<sup>3</sup>, en esta definición se ponen como polos opuestos la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, y luego se agrega como 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*<sup>4</sup>. 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.”<sup>5</sup> Desde este punto de vista, que es el que estoy utilizando como marco teórico principal en este ensayo, los opuestos no se dan entre la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, sino entre un Entorno *Real* y un Entorno *Virtual*, siendo la Realidad Mixta el espectro de posibilidades entre ellos. Dentro de este espectro se encuentran tanto la Realidad Aumentada como la Virtualidad Aumentada.

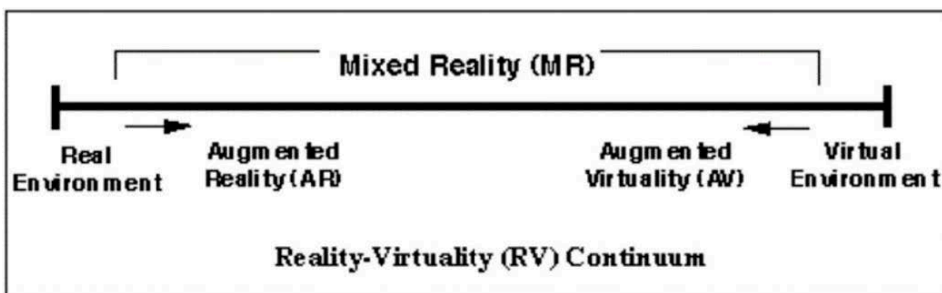


Figura 4

Representación simplificada del RV Continuum. (Milgram, Kishino, Takemura, & Kishino, 1994, pág. 283)

Si bien “es común oponer lo *virtual* a lo *real*, Pierre Levy (Levy, 1995) advierte que esta oposición no es correcta, ya que lo virtual es lo que está en potencia, es decir, que es opuesto a lo actual (lo que está presente). En función de esto, se puede considerar que tanto lo físico como lo virtual son parte de lo real.” (Causa & Joselevich Puiggrós, 2013). Por lo tanto, prefiero reemplazar la oposición virtual-real, del texto citado, por la de virtual- físico, quedando entonces los polos del espectro como **Entorno Físico** y **Entorno Virtual**.



Figura 5

Reality-Virtuality Continuum modificado (Causa & Joselevich Puiggrós, 2013)

Analizando el esquema vemos que a la izquierda del espectro tenemos solamente los objetos reales (físicos). Es cuando se observa el mundo real en persona o con algún dispositivo como el video en tiempo real. Al extremo derecho del espectro están los ambientes donde solamente hay objetos virtuales, simulaciones, sean vistas en pantalla o con sistemas inmersivos. Entre estos extremos están las Realidades Mixtas, Mixed Reality (MR) que son el espacio de posibilidades que surge a partir de las vinculaciones entre el entorno real (espacio físico) y los entornos virtuales.

Cuando no es evidente que partes del mundo son reales y cuales son simulaciones se estaría en el centro del sistema *RealityVirtualityContinuum*, que es donde conjugan la Realidad Aumentada y la Virtualidad Aumentada.

Los siguientes esquemas ilustran el espectro de realidades mixtas:

Figura 6

Fuente: <https://pbs.twimg.com/media/Cw3ddjDVIAA-VBNH.jpg>

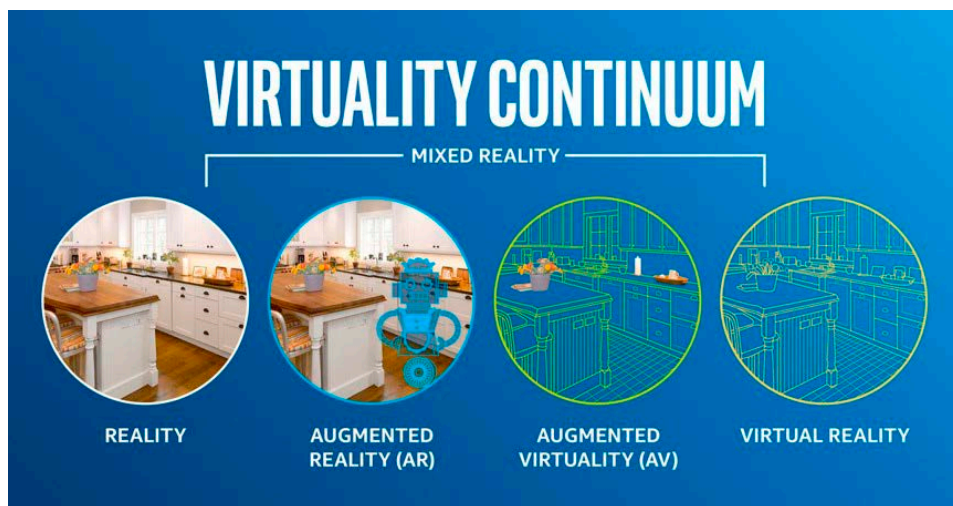
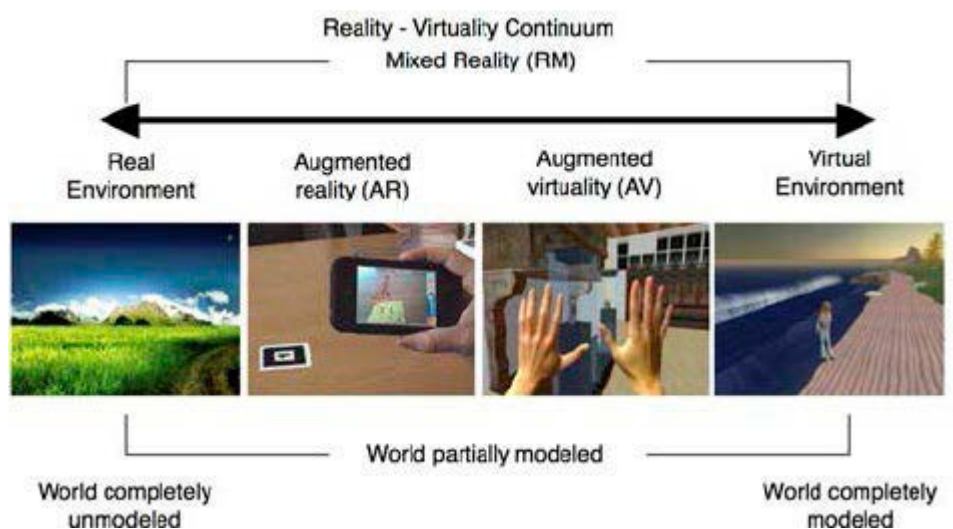


Figura 7

Fuente: <https://alisonjamesart.files.wordpress.com/2017/03/fig-1-representation-of-the-virtuality-continuum.png?w=640>



La siguiente imagen ilustra una posible comparación entre un tipo de Realidad Aumentada y un tipo de Virtualidad Aumentada.



Figura 8

Fuente: <http://www.ar-dummies.org/wp-content/uploads/2016/03/ARvsAV-e1461609811410.png>

## 2 Interfaces y Dispositivos

En esta sección voy a describir los tipos de interfaces y dispositivos más comúnmente utilizados en Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

### 2.1 Realidad Aumentada

Podemos encontrar principalmente dos categorías de dispositivos de Realidad Aumentada:

- **See-through AR displays** (Dispositivos de Realidad Aumentada transparentes): Este tipo de dispositivos permiten ver el mundo que rodea al usuario a través de él, superponiendo las imágenes generadas por ordenador ópticamente sobre las escenas reales.
- **Monitor based AR display** (Dispositivos de Realidad Aumentada basados en Monitores): Dispositivos no inmersivos, sistemas donde se superponen las imágenes sintéticas sobre las imágenes de video.

La distinción entre un sistema de Realidad Aumentada see-through (transparente) y de uno basado en monitor, va más allá del hecho de que el visor esté o no montado en la cabeza del usuario. Técnicamente, al utilizar el video como medio, el potencial de alterar el mundo es mucho mayor.

### 2.2 Realidad Virtual

En este caso también tenemos dos configuraciones esenciales:

- **Realidad Virtual sin periféricos portables:** El usuario no usa equipo especial; el espacio de la instalación es capaz de rastrear el movimiento y generar sus cambios consecuentes dentro del ambiente virtual.
- **Realidad Virtual con periféricos portables:** Algunos materiales como los aparatos de rastreo, los HMD Head Mounted Displays (Cascos de

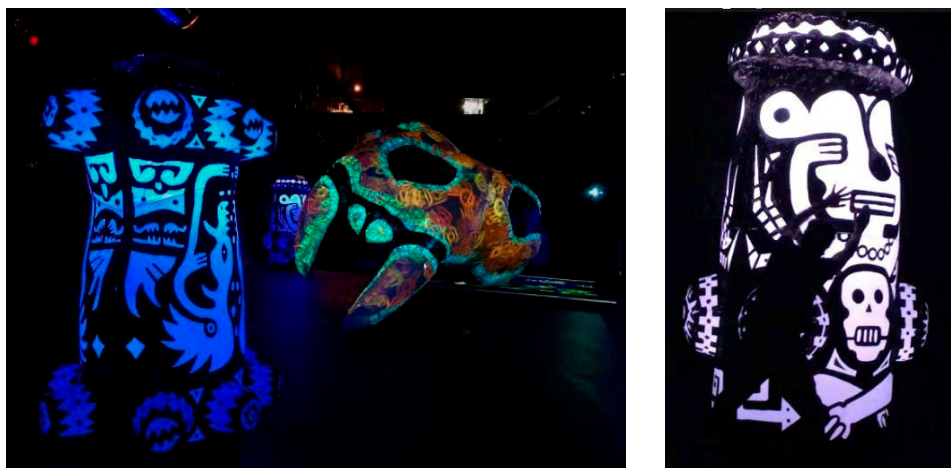
Realidad Virtual), los guantes de datos, entre otros, deben ser portados por el espectador.

La Realidad Virtual sin periféricos portables se beneficia del realismo producido por la ausencia de aparatos invasivos. Sin embargo, no suelen tener la precisión de captura que tienen los dispositivos de Realidad Virtual con periféricos portables, que por la velocidad de respuesta pueden incrementar la sensación de realidad por medio de la fluidez de la experiencia.

Desde el punto de vista técnico, el tipo de Realidad Virtual sin periféricos portables suele darse principalmente dentro de sistemas CAVE. Por otra parte, donde es más habitual que el usuario no necesite equiparse con dispositivos portables, es dentro de instalaciones interactivas de Realidad Aumentada basadas en mapping de proyección.

Figura 9

*Uturunku. Biopus. (Instalación Interactiva). Fuente: <http://www.estudiobiopus.com.ar/estudio/uturunku.html>*



### 3 Clasificación de los dispositivos de Realidades Mixtas (MixedReality)

En el texto fuente que articula este trabajo se hace una clasificación de los dispositivos de Realidades Mixtas teniendo en cuenta principalmente si el dispositivo de salida está basado en monitor o en un sistema óptico transparente, el segundo elemento fundamental es si el dispositivo se presenta en forma de pantalla externa o si es parte de un casco portable.

El siguiente esquema muestra distintas configuraciones de dispositivos ópticos transparentes (optical see-through display), que van desde dispositivos aplicados en el propio ojo (tipo lente de contacto), pasando por cascos, pantallas transparentes portables y estáticas, hasta llegar a la configuración del mapping de proyección sobre el objeto real.



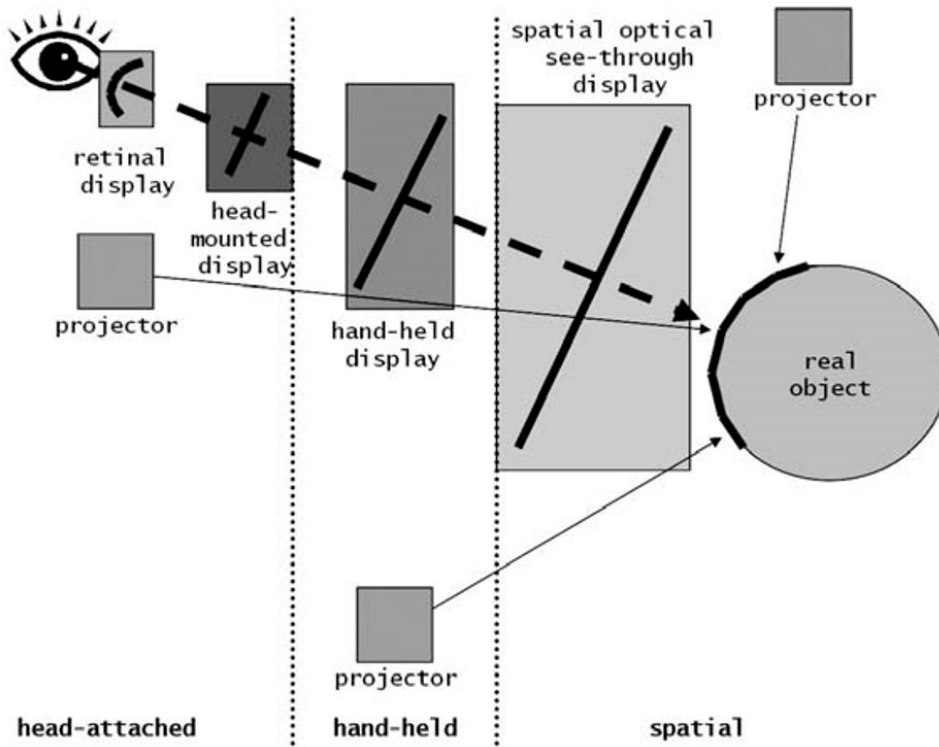


Figura 10

Dispositivos ópticos transparentes (Bimber & Raskar, 2005)

### Clasificación:

1. Monitor-based video with CG overlays: Basado en monitor (no inmersivo). Se superponen las imágenes generadas por computadora sobre el video, que puede ser directo o no.



Figura 11

Fuente: [https://cdn-images-1.medium.com/max/1000/1\\*K4v3T5GcJVDxm3lOJ9mQw.jpeg](https://cdn-images-1.medium.com/max/1000/1*K4v3T5GcJVDxm3lOJ9mQw.jpeg)

2. HMD-based video with CG overlays: Como el primero, pero usando un sistema de visor con casco. Un ejemplo es la telepresencia, donde el usuario puede visualizar lo que estaría “viendo el robot” mientras lo maneja por control remoto.

Figura 12

Fuente: <https://spectrum.ieee.org/image/MjYyNjEx-NA.jpeg>



3. HMD-based optical ST with CG overlays: Sistema de realidad aumentada de visor con casco incorporando un dispositivo óptico see-through (transparente).

Figura 13

Fuente: [https://img.europa-press.es/fotoweb/fotonoticia\\_20171021125952\\_500.jpg](https://img.europa-press.es/fotoweb/fotonoticia_20171021125952_500.jpg)



4. HMD-based video ST with CG overlays: Sistema de realidad aumentada con casco incorporando un dispositivo de video see-through (transparente). El usuario ve lo mismo que tiene delante pero mediado por video.



Figura 14

Fuente: <https://roadtovr-live-5ea0.kxcdn.com/wp-content/uploads/2017/09/zed-mini-oculus-rift-htc-vive.jpg>

5. Monitor/CG-worldwith video overlays: Sistema de virtualidad aumentada basado en monitor, con una base de gráficos por computadora al que se le superpone video en tiempo real.



Figura 15

Fuente: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ5vFh3JTxUsnhPR4ZbLnD0I9jjAa24nIDtAqeRiWQqv5nakm33>

6. HMD/CG-worldwith video overlays: Sistema de virtualidad aumentada inmersivo con una base de gráficos por computadora que incorpora video en tiempo real o mapeos de texturas fotográficas.

Figura 16

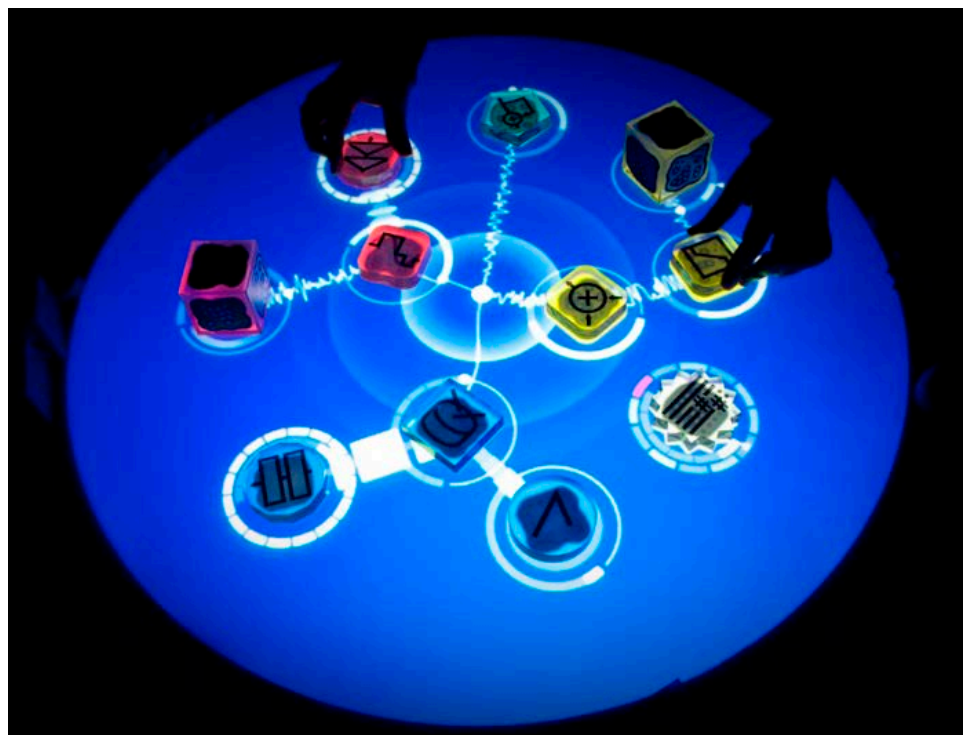
Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/jml2llacqj0/hqdefault.jpg>



7. CG-basedworldwith real objectintervention: Sistemas de virtualidad aumentada parcialmente inmersivos que permiten agregar interacción con objetos reales.

Figura 17

Fuente: [http://proyectooidis.org/wp-content/uploads/2014/07/reactable\\_05\\_big.jpg](http://proyectooidis.org/wp-content/uploads/2014/07/reactable_05_big.jpg)



## 4 Cronología Realidades Mixtas en Arte, Ciencia y Videojuegos

Para la construcción de esta línea histórica utilicé múltiples fuentes, entre ellas destacan los libros “Inventando el Futuro: Arte, Electricidad, Nuevos Medios” (Shanken, 2013), “The history of Mobile Augmented Reality” (Arth, y otros, 2015), “Understanding Virtual Reality” (Sherman & Craig, 2003) y “Realidad Aumentada: Un enfoque práctico con ARtoolkit y Blender” (González Morcillo, Vallejo Fernández, Alonso Albusac Jiménez, & Castro Sanchez, 2013).

En cada ítem señalo el campo principal de desarrollo, es decir, si es considerado un proyecto artístico, científico o videojuego (o más de uno). En el caso del campo científico, incluyo tanto desarrollos de investigación netamente científicos (dentro de la comunidad), como trabajos en desarrollo militar y comercial. Estas apreciaciones las hago en base al campo al que pertenece la bibliografía en donde es citado cada proyecto y los circuitos (contextos) por los que han circulado. Por otra parte, tanto para el campo del arte como para el de los videojuegos, hice una selección en función de características que están vinculadas al espectro de Realidades Mixtas descrito en este ensayo.

**1840** / Charles Wheatstone inventa el estereoscopio, que es un dispositivo que proporciona a cada ojo una lente que hace que la imagen que se ve a través de ella parezca más grande y más distante. Las lentes permiten desviar las imágenes correspondientes a cada ojo, de tal manera, que al verse dan el efecto estereoscópico o tridimensional.

**Campo:** Científico



Figura 18

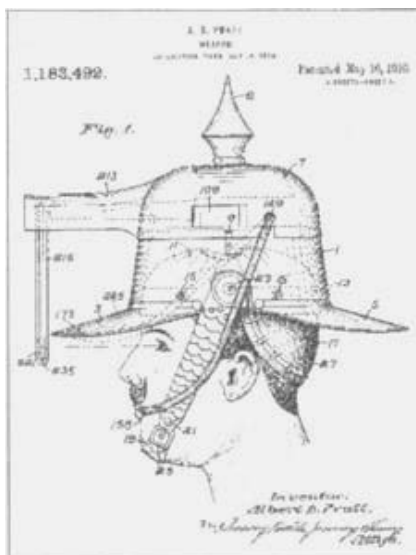
Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/31/Pocket\\_stereoscope.jpg/1280px-Pocket\\_stereoscope.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/31/Pocket_stereoscope.jpg/1280px-Pocket_stereoscope.jpg)

1916 / Patente norteamericana 1.183.492 de un periscopio montado en la cabeza, se le atribuye a Albert B. Pratt.

**Campo:** Científico

Figura 19

El primer dispositivo HMD (Head Mounted Display) (Sherman & Craig, 2003)



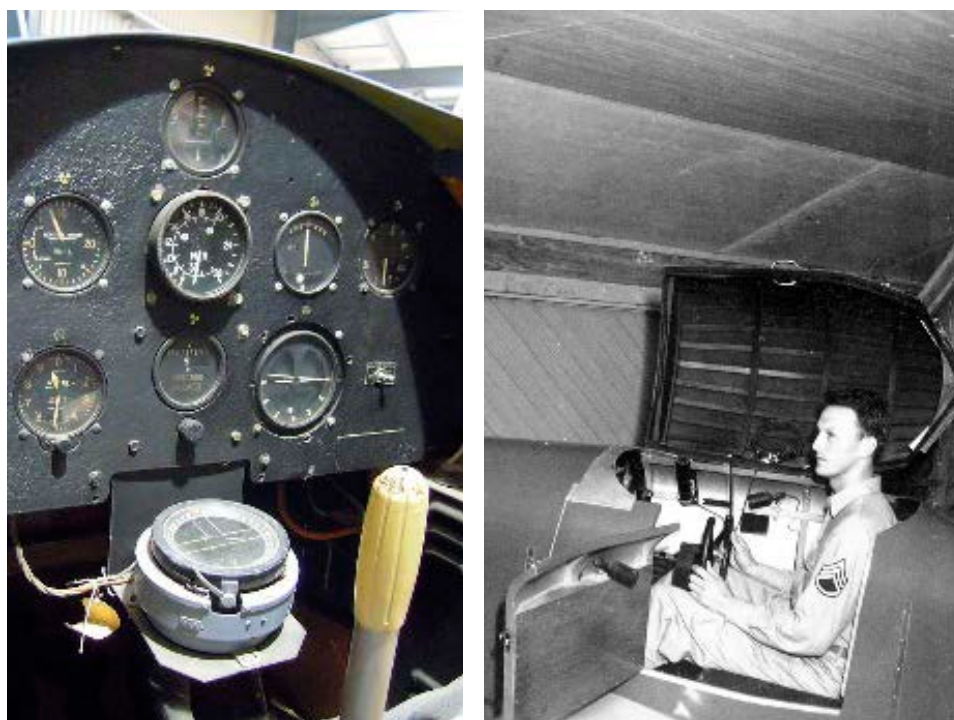
1929 / Edward Link desarrolla un simulador de vuelo mecánico para entrenar pilotos llamado “Blue Box” o “Link Trainer”.El practicante puede aprender a volar y navegar utilizando réplicas de instrumentos reales.

**Campo:** Científico

1939 / Sale el View-Master, un dispositivo visualizador de discos, venía con 7 imágenes estereoscópicas en 3D de pequeñas fotografías transparentes en formato película color. Fue fabricado y vendido por Sawyer's. El sistema View-

Figura 20

Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Link\\_Trainer](https://en.wikipedia.org/wiki/Link_Trainer)



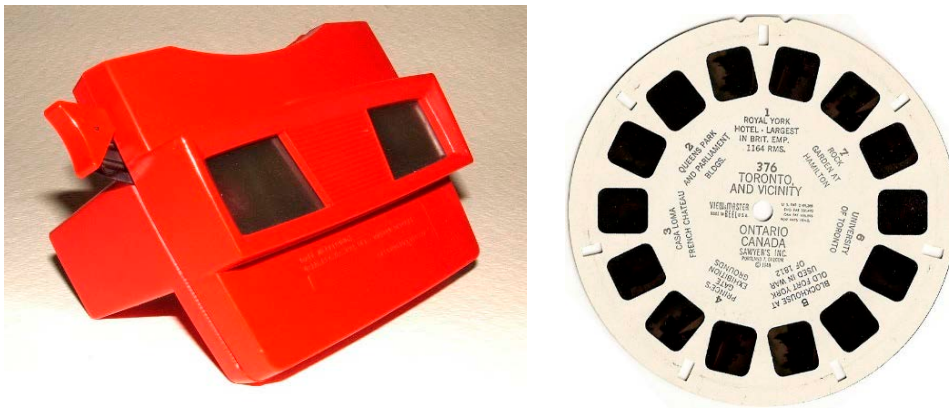


Figura 21

Fuente: <https://en.wikipedia.org/wiki/View-Master>

Master se introdujo en 1939, cuatro años después de la llegada de Kodachrome, una película en color que hizo factible el uso de pequeñas imágenes fotográficas en color de alta calidad. Se utilizó mucho como forma de entretenimiento para chicos.

**Campo:** Videojuegos

1958 / La empresa General Electric construyó, para el ejército norteamericano, el primer simulador de vuelo que utilizaba imágenes generadas por computadora. (Machado, 2005, pág. 54) Las imágenes CGI se mostraban retroproyectadas por medio de un sistema de espejos.

**Campos:** Científico

1960 / Morton Heilig consigue una patente norteamericana para un dispositivo de televisión estereoscópica de uso individual, tenía una sorprendente similitud con los HMD de la década de los 90s e incluso incluía mecanismos para procesar sonido y sensaciones olfativas, además de las visuales. Esta patente será la base del *Sensorama* que realizará en 1962.

**Campo:** Científico - Artístico - Videojuegos

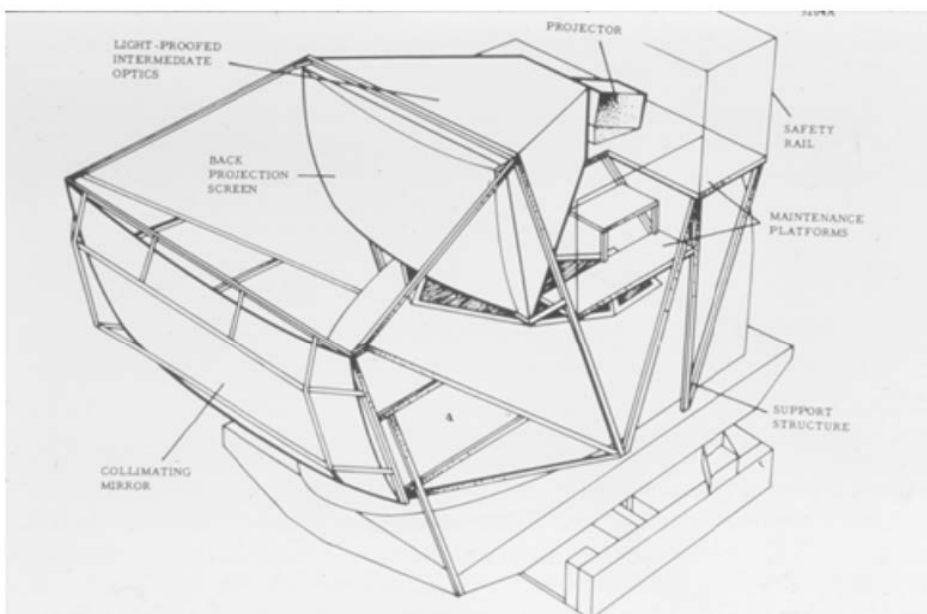


Figura 22

Fuente: (Page, 2018, pág. 9)

1961 / Los ingenieros de Philco, Comeau y Bryan, crean un HMD para usarlo como sistema de visualización remota de cámaras de video. Antecedente de la Telepresencia.

**Campos:** Científico

1962 / El dispositivo mecánico *Sensorama* fue uno de los primeros ejemplos conocidos de inmersión multisensorial (imágenes, sonido, vibración y olfato). Morton Heilig, desarrolla lo que da a llamar *Sensorama* pensando en el teatro, consideraba que el teatro era una actividad que podría abarcar todos los sentidos. Lo definió como “Experiencia Teatral”, detallando esta visión del teatro multisensorial en 1955 en su trabajo titulado “El Cine del Futuro” (Robinett 1994). En 1962 se construyó un prototipo, junto con cinco cortometrajes que se mostraban en el mismo. El *Sensorama* también es considerado como un antecedente de las máquinas de videojuegos. Una de las experiencias era una especie de simulador donde se conducía una moto por las calles de Brooklyn.

Figura 23

(Sherman & Craig, 2003, pág. 25)



Howard Rheingold (en su libro de 1992 *Realidad Virtual*), haciendo alusión a esta experiencia, comentó que “podía realizar” un viaje en bicicleta a través de Brooklyn. El *Sensorama* era capaz de mostrar video estereoscópico 3-D, sonido estéreo, simular viento y producir aromas que se activaban durante la película.

**Campo:** Científico – Artístico – Videojuegos

1965 / Ivan Sutherland escribe el artículo “The Ultimate Display”<sup>6</sup> donde presenta la idea de una pantalla táctil y de un dispositivo óptico transparente. Introduce por primera vez el concepto de lo que luego sería conocido como Realidad Virtual. Sutherland explica el concepto de una pantalla en la que el usuario puede interactuar con objetos en un mundo que no necesita seguir las leyes de la realidad física.

**Campo:** Científico

1968 / Ivan Sutherland crea el primer sistema de “Realidad Aumentada” que también se lo considera como el primer sistema de “Realidad Virtual”, estos términos aún no existían. El casco permitía ver objetos 3D



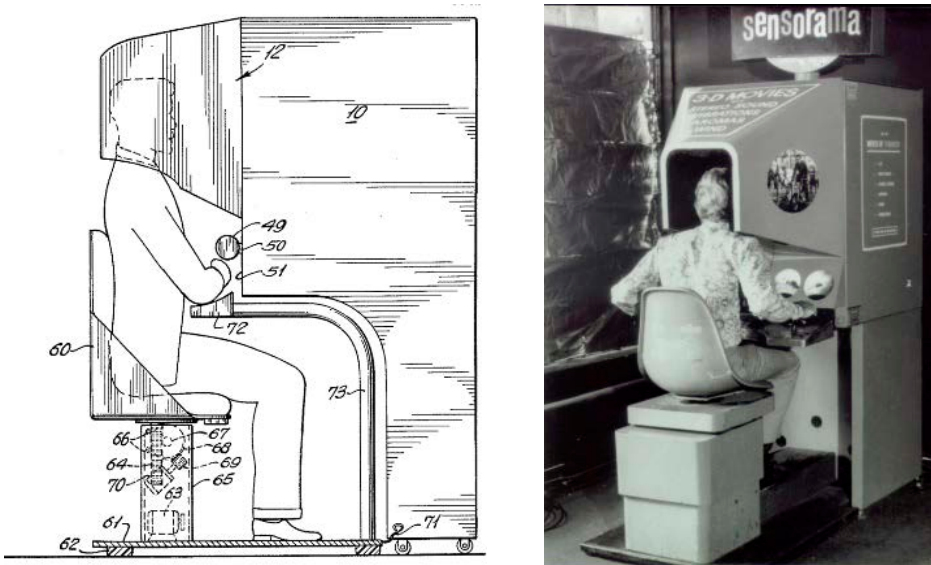


Figura 24

Fuente: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensorama>

elementales en estructura de alambre (wireframe). Utilizaba un sistema de tracking mecánico y otro por ultrasonidos para calcular el registro de la cámara. Desarrolla el primer visor computarizado para la cabeza (HMD, Head-mounted display)

**Campo:** Científico

1969 / El primer uso de dispositivos de Realidades Mixtas en el campo artístico fue propuesto por la investigación de Myron Krueger sobre diseño de interfaces humano-computadora a finales de los 60's e inicios de los 70's. Krueger imaginó un "ambiente sensible" lúdico, en donde se podía interactuar con ordenadores de forma intuitiva con gestos y movimientos del cuerpo. A mediados de los 70's propuso el término "Realidad Artificial" para denominar las tecnologías que él y otros habían desarrollado. Su obra interactiva *Glowflow* (1969) consistía en un entorno controlado por ordenador que reaccionaba por medio de sensores a la presencia de los visitantes, emitiendo luces y sonidos.

**Campo:** Científico - Artístico

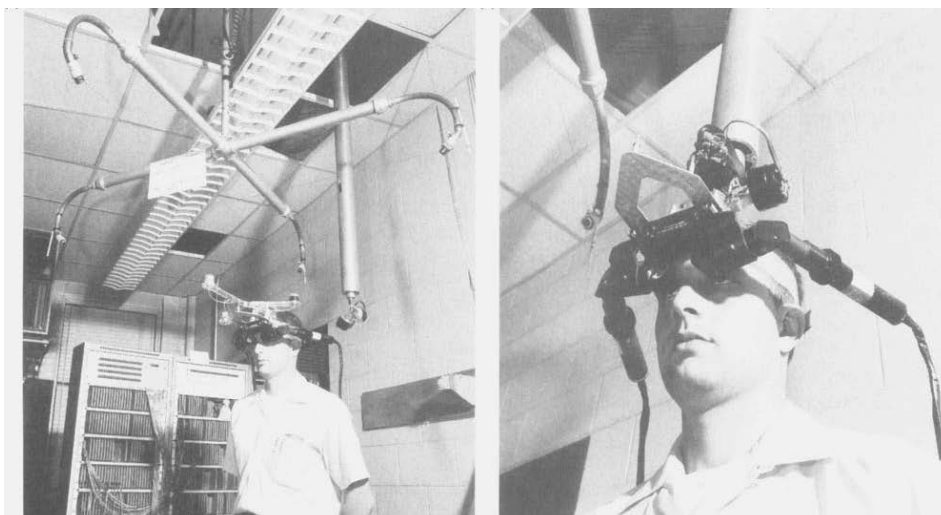
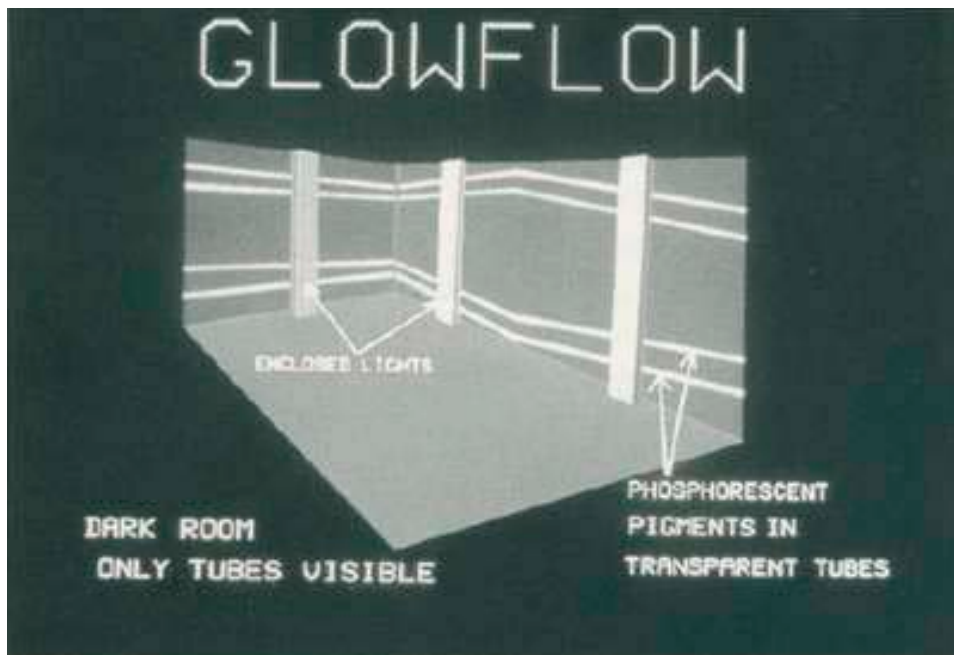


Figura 25

(Sherman & Craig, 2003)

Figura 26

Fuente: <http://dada.compart-bremen.de/imageUploads/medium/glowFlow.jpg>



1973 / Evans and Sutherland Computer Corp. (E&S) desarrollan Novo view, su primer sistema digital de generación de gráficos por computadora para simuladores de vuelo. En la década de 1970 compraron la división de simuladores de vuelo de General Electric y formaron una sociedad con Rediffusion Simulation, una compañía de simuladores de vuelo con sede en el Reino Unido, para diseñar y construir simuladores de vuelo digitales. A mediados de los años 70 y hasta finales de los 80, E&S produjo las series Picture System 1, 2 y PS300. Estas exclusivas pantallas “caligráficas” (vector) a color tenían indicaciones de profundidad, podían dibujar grandes modelos de estructura alámbrica y manipularlos (rotarlos, desplazarlos, ampliarlos) en tiempo real.

**Campo:** Científico

Figura 27

Fuente: <http://s3data.computerhistory.org/brochures/evanssutherland.3d.1974.102646288.pdf>

The Evans & Sutherland  
**PICTURE SYSTEM** A high-performance, 3-D display at low cost.

Simulated building complex seen in perspective

Dynamic capacities of THE PICTURE SYSTEM enable smooth movement in real time of the building complex.

Street-level view: clipped to show only lines visible on the screen.

User controls program with commands displayed as a menu:

PLT	ROTATE	MOVE	SCALE	VIEW	QUIT
DELETE	UNDO	REDO	HELP	PAUSE	RESUME
DATA	LOAD	SAVE	PRINT	EXIT	END
FILE	EDIT	DELETE	HELP	QUIT	END

**PERSPECTIVE /**  
Build and display true 3-D pictures  
With an E & S computer

**DYNAMICS /**  
Rotate, tumble or translate any object smoothly

**ZOOMING /**  
Smooth quick transition to any scale  
With the E & S PICTURE SYSTEM

**CONVENIENCE /**  
Change, test or manipulate pictures as you wish

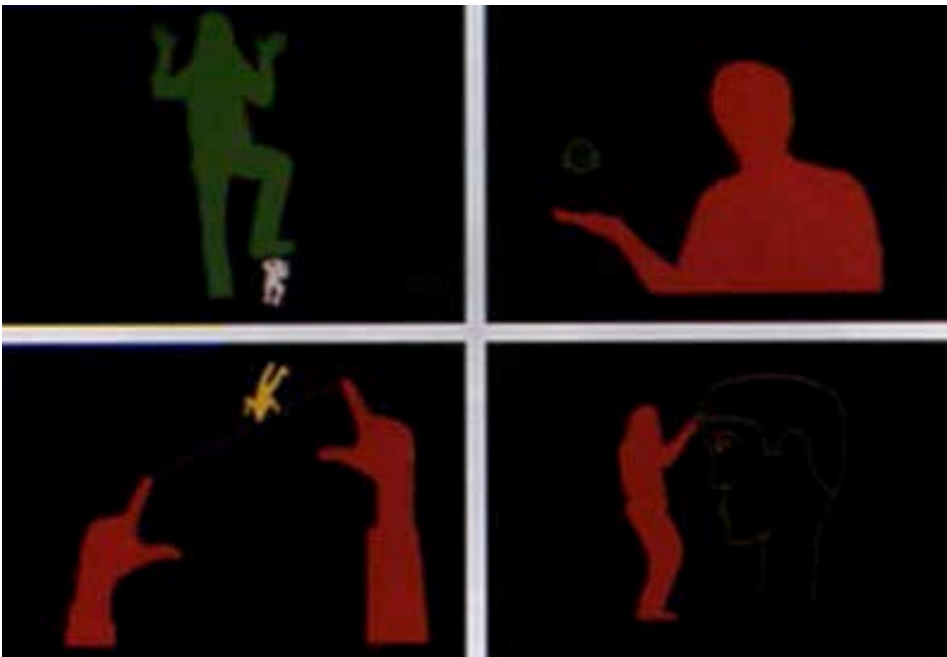


Figura 28

Fuente: [http://dada.com-part-bremen.de/imageUploads/medium/videoplace\\_MKrueger\\_\\_9\\_.jpg](http://dada.com-part-bremen.de/imageUploads/medium/videoplace_MKrueger__9_.jpg)

1974 / Myron Krueger crea *Videoplace*, en donde dos personas en diferentes habitaciones, cada una con una pantalla y una cámara, se comunican mediante sus imágenes proyectadas en el espacio compartido en la pantalla. *Videoplace* también está considerado como una serie de trabajos pioneros en el uso de Computer Vision (visión por ordenador). Según el propio Krueger, “La instalación *Videoplace* explora la relación entre el ser humano y la máquina como una dimensión estética más que como una ingeniería. *Videoplace* fue concebido en 1969, simulado en 1970, y ha estado en continuo desarrollo técnico y estético desde entonces. Presentó las ideas de la realidad virtual sin restricciones, la participación de todo el cuerpo en el arte interactivo y el concepto de un espacio compartido de telecomunicaciones”.<sup>7</sup> Propuso el término “Realidad Artificial” para denominar las tecnologías que él y otros habían desarrollado.

**Campo:** Científico - Artístico

1976 / Atari presentó *Night Driver*, el primer videojuego arcade de carreras con gráficos en perspectiva en primera persona. El juego se controla mediante un pedal para acelerar, un volante de dirección y una palanca de cambios de cuatro posiciones. *Night Driver* estaba disponible en una versión que simulaba una cabina de automóvil.

**Campo:** Videojuegos



Figura 29

(Eddy, 2012)

1977 / El Guante Sayre, creado por el Laboratorio de Visualización Electrónica de la Universidad de Illinois de Chicago en 1977, fue el primer periférico de entrada tipo guante. Este guante utiliza tubos conductores de luz para transmitir cantidades variables de luz proporcionales a la cantidad de flexión de los dedos. Esta información es interpretada por una computadora para estimar la configuración de la mano del usuario.

**Campo:** Científico

Figura 30

Fuente: <http://2.bp.blogspot.com/-Tj-mE7GXpts/UcTcBMsIcI/AAAAAA-AAAAHI/XEgLP-bRHg/s1600/10.png>



1978 (I) / Un equipo del MIT liderado por Andrew Lippman realizó el Aspen MovieMap, un programa que permitía al usuario recorrer las calles de la ciudad de Aspen, mediante filmaciones reales del lugar, e interactuar con ciertos edificios, permitiendo ver su interior y superponer datos históricos.

El proceso de captura se realizó con un estabilizador giroscópico con cuatro cámaras de película de fotograma de 16 mm que se montaron en la parte superior de un automóvil con un codificador que activaba las cámaras cada diez pies. La distancia se medía desde un sensor óptico conectado al centro de una rueda de bicicleta colocada detrás del vehículo. Las cámaras se montaron para capturar las vistas frontal, posterior y lateral a medida que el automóvil avanzaba por la ciudad.

La película se reunió en una colección de escenas discontinuas (un segmento por vista por bloque de ciudad) y luego se transfirió a Laserdisc. Se realizó una base de datos donde se establecieron relaciones entre las capturas de video y el plano de calles bidimensional. Así vinculados, el usuario podía elegir un camino arbitrario a través de la ciudad, donde las únicas restricciones eran la necesidad de permanecer en el centro de la calle, moverse de a diez pies entre pasos y ver la calle desde una de las cuatro vistas ortogonales. También es un antecedente del sistema Google Street View.

**Campo:** Científico

1978 (II) / Sale el videojuego *SpaceWars*, era esencialmente una versión actualizada de ComputerSpace basada en el programa PDP-1 desarrolla-



Figura 31

Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/QADAS.jpg>

do originalmente en 1961 en el MIT. SpaceWars fue el primer videojuego de arcade en utilizar una pantalla de gráficos vectoriales. Hasta ese momento, todos los juegos usaban un monitor con imágenes rasterizadas, es decir, que dibuja la pantalla con píxeles como un monitor. Las pantallas vectoriales funcionan de manera muy similar a un osciloscopio al dibujar líneas discretas para cada objeto en la pantalla. Esto permitió un movimiento muy fluido y creó toda una categoría de videojuegos.

**Campo:** Videojuegos

1980 (1) / Atari lanzó el exitoso juego vectorial *Battle Zone*, diseñado por Ed Rotberg. El juego simula un combate de tanques con una vista tridimensional con gráficos vectoriales en blanco y negro. Mediante una lámina translúcida adherida a la pantalla la imagen se podía ver en verde y rojo. Este juego fue el primero que utilizó fondos enteramente tridimensionales e interactivos.

**Campo:** Videojuegos

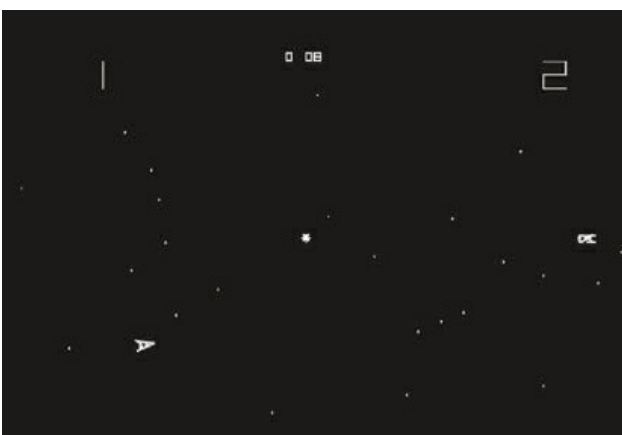
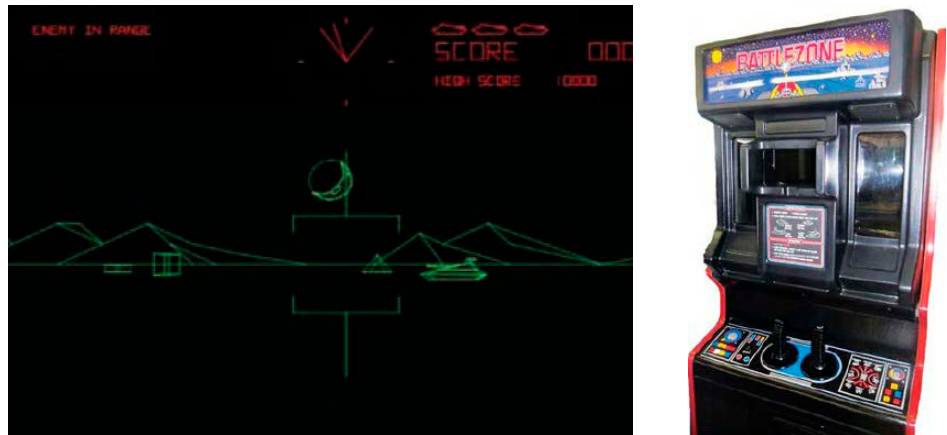


Figura 32

(Eddy, 2012)

Figura 33

(Eddy, 2012)



1980 (II) / Michael Naimark presenta la instalación *Displacements*<sup>8</sup>, una de las primeras obras de realidad aumentada en utilizar videomapping. En una sala de exhibición se recreó lo que sería un típico living norteamericano. Luego se filmó a dos performers en ese espacio desde una mesa giratoria que giraba lentamente en el centro de la sala. Después de la filmación, la cámara se reemplazó con un proyector de película y todo el contenido de la habitación se pintó con aerosol de color blanco. Al proyectar la película filmada se produjo el efecto de mapping sobre los objetos blancos, menos los performers que, según el propio artista, aparecían como figuras fantasmales.

**Campo:** Artístico

Figura 34

<http://www.naimark.net/projects/displacements.html>



1981 (I) / Atari presentó *Tempest* en los arcades, fue el primer videojuego de gráficos vectoriales multicolor. La nitidez de los colores y el movimiento suave de la tecnología vectorial confluyeron para obtener un juego simple, pero con un aspecto gráfico novedoso.

**Campo:** Videojuegos

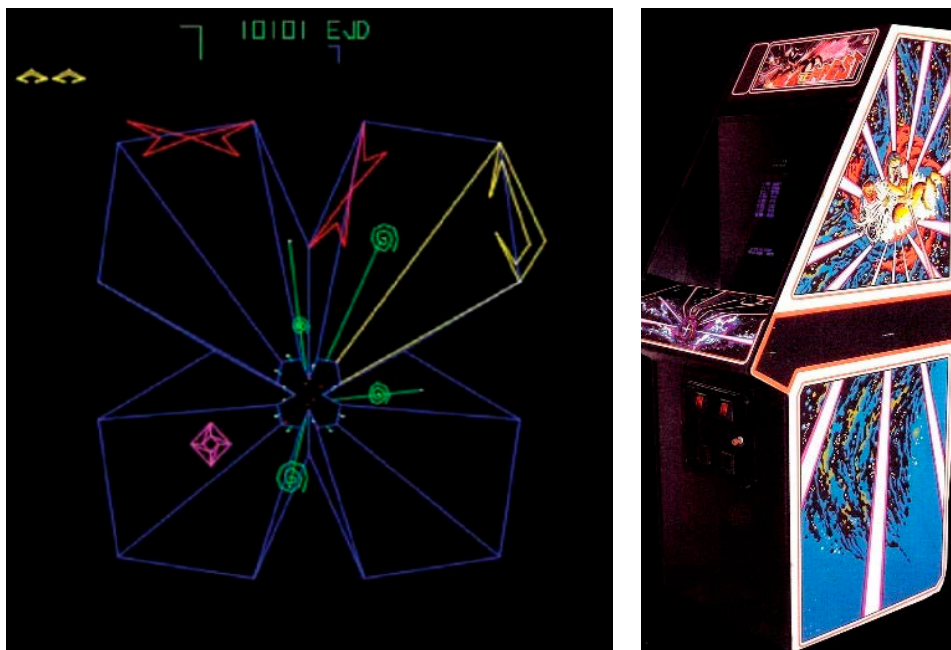


Figura 35

(DeMaria & Wilson, 2003)

1981 (II) / Bajo la dirección de Thomas Furnes, en la base Aérea Wright Patterson se desarrolló el simulador “Super Cockpit” que incluye un dispositivo de pantalla transparente montado en el casco del piloto que se utiliza para “aumentar” la visión del piloto con información del avión. Por ejemplo, al mirar sobre el ala, se visualiza de forma aumentada cuantos misiles hay disponibles para disparar.

“Tom (Thomas Furnes) dice que tenía diferentes motivaciones para entrar en la realidad virtual que Iván (Sutherland). [...] (Thomas Furnes) Comenzó a finales de los años sesenta para tratar de ayudar a los pilotos de combate a enfrentar la creciente complejidad de la tecnología de los aviones de combate. Algunos de los problemas específicos que intentaba resolver incluían cómo usar la cabeza para apuntar mientras disparaba y cómo representar información de sensores de imágenes en pantallas virtuales.”<sup>9</sup>

**Campo:** Científico

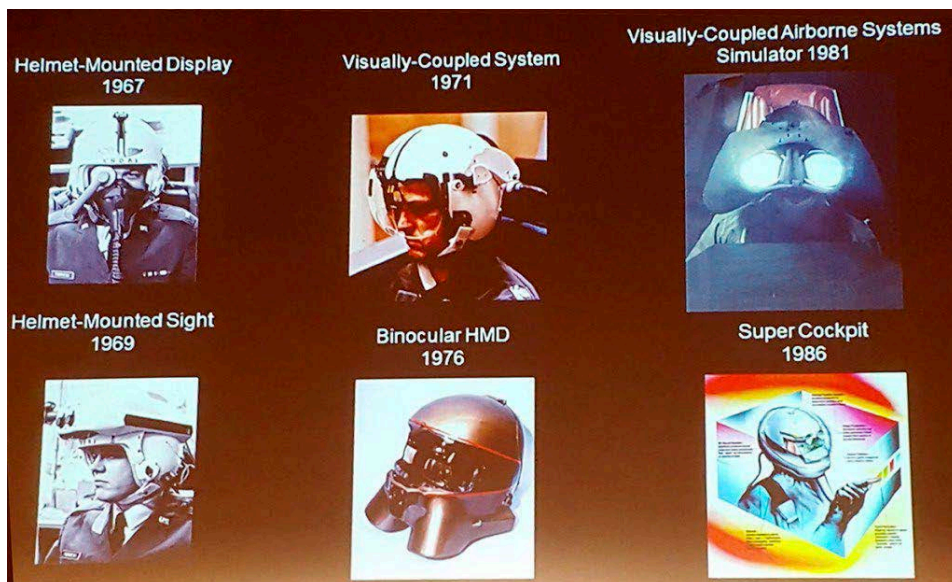
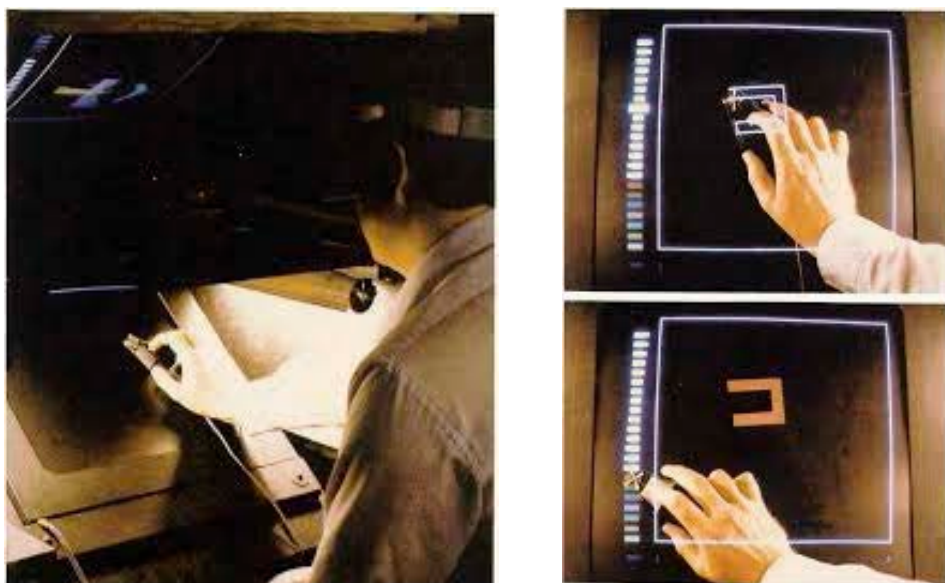


Figura 36

<http://d1icj85yqthyoq.cloudfront.net/wp-content/uploads/2015/11/tom-furness-hmds-1024x621.jpg>

Figura 37

Fuente: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.2222&rep=rep1&type=pdf>



1981 (III) / En el MIT, el equipo encargado del desarrollo del proyecto de un espacio de trabajo estereoscópico, comienza a trabajar en una pantalla de realidad aumentada que utiliza un espejo semi plateado para superponer las imágenes generadas por computadora sobre las manos del usuario. Los miembros del equipo incluyen a Chris Schmandt, Eric Hulteen, Jim Zamiska y Scott Fisher.

**Campo:** Científico

1982 / El *SubRoc-3D* es un videojuego de arcade publicado en el año 1982 por Sega y es el primer videojuego comercial estereoscópico. El juego era una especie de simulador de submarino y utilizaba como interfaz un visor binocular, con asas para agarrarlo, pretendiendo imitar el periscopio de un submarino. La máquina creaba un efecto 3D a través de dos discos giratorios opacos con aberturas transparentes. Los discos giraban sincronizados con el monitor, bloqueando y dejando pasar la imagen en uno u otro ojo.

**Campo:** Videojuegos

Figura 38

Fuente: <https://www.arcade-museum.com/images/112/1122570371.jpg>







Figura 39

Fuente: [http://www.teknoplof.com/wp-content/uploads/2014/01/rv\\_4.jpg](http://www.teknoplof.com/wp-content/uploads/2014/01/rv_4.jpg)

1983 / Este año sale al mercado el primer periférico estereoscópico virtual para una consola de videojuegos hogareña. Se llamaba *3D Imager* y funcionaba para la consola GCE Vectrex. El dispositivo se fijaba a la cabeza con unas cintas, y un disco obturador giraba proporcionando el efecto estereoscópico deseado.

**Campo:** Videojuegos

1984 (I) / La sede de Baltimore de la cadena de parques de diversiones SixFlags estrenó *The Sensorium*, una sala de cine 4D que combinaba una película con proyección estereoscópica, asientos que vibraban y efectos aromáticos. El cine 4D es un nombre comercial para un sistema de proyección de películas donde se recrea en la sala de proyección las condiciones físicas que se ven en la pantalla, como niebla, lluvia, viento, sonidos más intensos u olores, así como vibraciones en los asientos y otros efectos.

**Campo:** Científico



Figura 40

DataSuit. Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/VPL\\_Research](https://en.wikipedia.org/wiki/VPL_Research)

**1984 (II)** / Jaron Lanier funda VPL Research Inc. la primera compañía que comercializó lentes y guantes de realidad virtual. Crearon el DataGlove y los eyePhones (en 1985 y 1989 respectivamente). El DataGlove es un dispositivo de entrada tipo guante que puede capturar la postura de la mano del usuario pasando la información a la computadora. Los Eye Phonesson un tipo de HMD que usan un par de pantallas LCD.Luego en 1989 desarrollaron el DataSuit, que era un dispositivo de sensado para todo el cuerpo.

**Campo:** Científico

**1987 (I)** / Nintendo lanzó el *Famicom 3D System*. El sistema 3D estaba basado en un par de lentes de obturador activo que se conectaban al puerto de juego del Famicom mediante un adaptador, permitiendo ver los videojuegos compatibles en 3D.

**Campo:** Videojuegos

Figura 41

Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Famicom\\_3D\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Famicom_3D_System)



**1987 (II)** / Sega lanza al mercado el *Sega 3D Glasses*. A diferencia de otros dispositivos de este tipo, en lugar de usar lentes rojo/azul, utiliza lentes de cristal polarizado, dando una sensación de profundidad no igualada hasta los 32 bits. Se conectan mediante el slot de tarjeta, por lo que solo la Mark III, la Master System I y la Mega Drive con adaptador Master System I la soportan.

**Campo:** Videojuegos

Figura 42

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Master\\_System](https://es.wikipedia.org/wiki/Master_System)





Figura 43

Fuente: <https://www.jeffreys-hawcompendium.com/portfolio/legible-city/>

**1988 /** El artista Jeffrey Shaw presenta *Legible City*<sup>10</sup>, una de las primeras obras en utilizar un espacio virtual 3D a modo de simulador. El usuario utiliza una bicicleta como interfaz con la que recorre una representación simulada de una ciudad que está constituida por letras tridimensionales generadas por computadora que forman palabras y oraciones a lo largo de los lados de las calles. Utilizando los planos de ciudades reales - Manhattan, Amsterdam y Karlsruhe - la arquitectura existente de estas ciudades es completamente reemplazada por dichas formaciones textuales.

**Campo:** Artístico

**1989 (I) /** El 6 de junio Jaron Lanier (VPL ResearchInc) anuncia un equipo completo de realidad virtual utilizando la frase "Realidad Virtual" por primera vez.

**Campo:** Científico

**1989 (II) /** Mattel presenta el Power Glove, el primer dispositivo de entrada tipo guante utilizado en videojuegos, específicamente para la consola NES (Nintendo EntertainmentSystem). Si bien no le fue bien comercialmente, inauguró el uso de dispositivos que venían de la realidad virtual



Figura 44

Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_Glove](https://en.wikipedia.org/wiki/Power_Glove)

en sistemas de videojuegos hogareños. El guante tenía los botones de control tradicionales de la NES en el antebrazo, así como un botón de programa y botones etiquetados 0-9. El usuario presionaba el botón de programa y un botón numerado para ingresar comandos, como cambiar la velocidad de disparo de los botones A y B. Junto con el controlador, el jugador podía realizar varios movimientos de la mano para controlar un personaje en pantalla.

**Campo:** Videojuegos

1989 (III) / Peter Weibel funda el *Institute for New Media* (INM) en Frankfurt, en el cual se realizaron importantes desarrollos artísticos en el campo de la realidad virtual. Entre los estudiantes destacan en esta área Christa Sommerer y Laurent Mignonneau, que en el año 1993 realizarán la obra *PlantGrowing*.

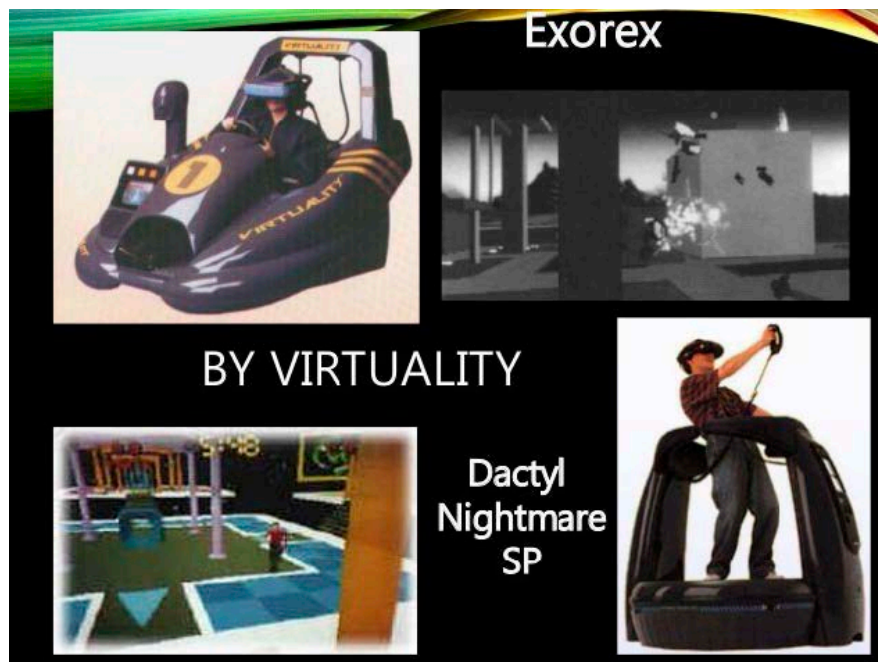
**Campo:** Artístico

1990 / W-Industries lanza el primer sistema de realidad virtual para salas públicas, al que llaman *Virtuality*. Es un sistema de arcade VR para dos jugadores que incluye un HMD, soporte de mano y una plataforma de anillo para cada participante. En el juego *Dactyl Nightmare*, dos jugadores tienen que dispararse entre sí recorriendo un mundo simple de varios niveles. En 1993, W-Industries cambia su nombre por el de *VirtualityGroupplc*.

**Campo:** Videojuegos

Figura 45

Fuente: (A.A.V.V., *Retro Gamer Videogames Hardware Handbook*, 2016)



1991 (I) / Sega anunció el lanzamiento del Sega VR, un casco de realidad virtual con pantalla LCD y auriculares estéreo para máquinas arcade y consolas de videojuegos. El aparato se presentó al público en 1993, y se anunció que costaría 200 dólares, pero nunca se comercializó.

**Campo:** Videojuegos

1991 (II) / El Banff Centre en Canadá patrocinó residencias para que los artistas pudieran experimentar con tecnologías de realidad virtual, produciéndose algunas de las primeras obras en este campo, entre ellas *SpectralBodies* de Catherine Richard.

**Campo:** Artístico



Figura 46

*SpectralBodies* (1991) Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/\\_FA48YuOzNZk/SrcW-6MULCt/AAAAAAAAAxg/HX0WHjUI5jw/s400/SB-004.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_FA48YuOzNZk/SrcW-6MULCt/AAAAAAAAAxg/HX0WHjUI5jw/s400/SB-004.jpg)

1991 (III) / Jeffrey Shaw presenta *The Virtual Museum*<sup>11</sup>, una galería virtual articulada dentro de un espacio físico real. Se realizó utilizando la tecnología EVE (Extended Virtual Environment) desarrollada en el ZKM.

**Campo:** Artístico



Figura 47

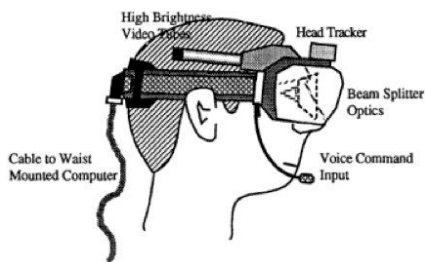
Fuente: <http://www.medienkunstnetz.de/assets/img/data/2189/bild.jpg>

1992 (I) / Dos ingenieros de Boeing, Tom Caudell y David Mizell utilizaron el término “Realidad Aumentada” en el desarrollo de sus investigaciones para mejorar la eficiencia de las tareas realizadas por operarios humanos en la fabricación de aviones. Caudell y Mizell analizan las ventajas de AR frente a la realidad virtual, ya que requieren menos potencia de procesamiento al tener que renderizar menos píxeles.

**Campo:** Científico

Figura 48

Fuente: [https://www.researchgate.net/publication/3510119\\_Augmented\\_reality\\_An\\_application\\_of\\_heads-up\\_display\\_technology\\_to\\_manual\\_manufacturing\\_processes](https://www.researchgate.net/publication/3510119_Augmented_reality_An_application_of_heads-up_display_technology_to_manual_manufacturing_processes)



1992 (II) / En la SIGGRAPH del año 1992 de Chicago, se presenta un sistema de realidad virtual basado en proyecciones, que representa un paradigma alternativo a los cascos que se venían utilizando comúnmente. Este sistema fue llamado CAVE (Cave Automatic Virtual Environment). La tecnología CAVE propone un entorno de realidad virtual inmersiva. Se trata de una sala en forma de cubo en la que hay proyectores orientados hacia las diferentes paredes, suelo y techo. Dependiendo del resultado que se quiera obtener se proyectará la imagen a todas o sólo alguna de las paredes de la sala. Las paredes de una CAVE se componen típicamente de pantallas de retroproyección.

La primera CAVE fue inventada por Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin y Thomas A. De Fanti en el Laboratorio de Visualización Electrónica de Chicago de la Universidad de Illinois en 1992.

**Campo:** Científico

Figura 49

Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cave\\_automatic\\_virtual\\_environment](https://en.wikipedia.org/wiki/Cave_automatic_virtual_environment)

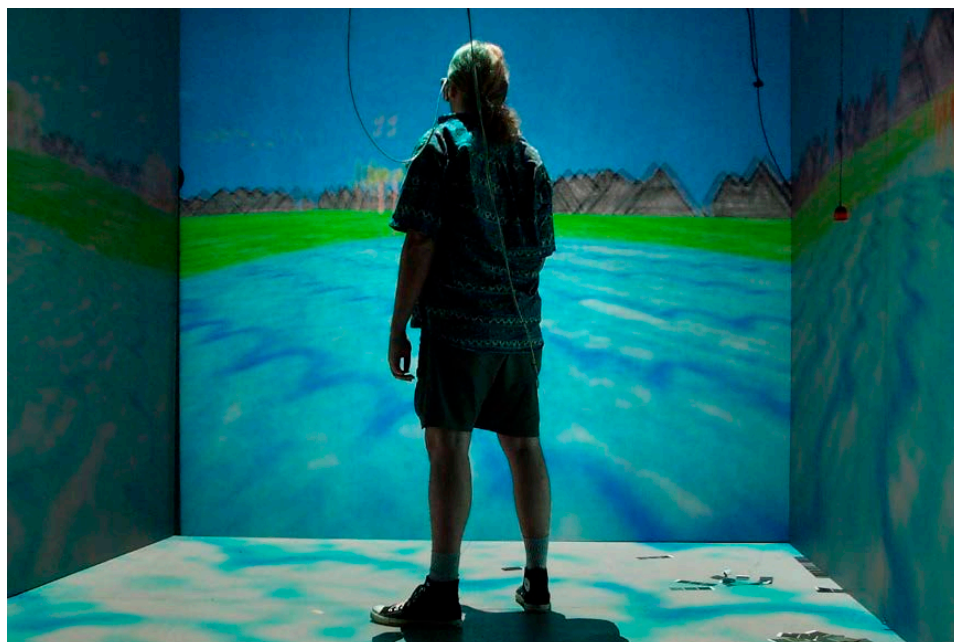




Figura 50

(Arth, y otros, 2015)

1992 (III) / En la COMDEX del año 1992, IBM y Bellsouth presentan el primer *smartphone*, el IBM *Simon Personal Communicator*, que se lanzó en 1993. El teléfono tenía 1 megabyte de memoria y una pantalla táctil blanco y negro con una resolución de 160 x 293 píxeles. El IBM Simon funcionaba como teléfono, buscapersonas, calculadora, libreta de direcciones, máquina de fax y dispositivo de correo electrónico. Su peso era de 500 gramos y costaba 900 dólares.

**Campo:** Científico

1993 (I) / La empresa VictorMaxx lanzó al mercado el StuntMaster VR para SEGA Genesis (Sega Mega Drive) y Nintendo SNES, unos nuevos lentes de realidad virtual interactivos, con capacidad de tracking de movimiento para la cabeza. El mecanismo de tracking consistía en una varilla vertical (stick) que se sujetaba al hombro, cuando se movía la cabeza, el StuntMaster VR detectaba el movimiento del stick y lo traducía en movimientos virtuales en la pantalla.

**Campo:** Videojuegos

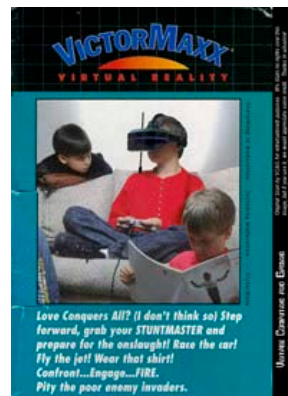


Figura 51

Fuente: [http://www.teknoplof.com/wp-content/uploads/2014/01/rv\\_18.jpg](http://www.teknoplof.com/wp-content/uploads/2014/01/rv_18.jpg)

1993 (II) / En este año Sega lanzó el Sega VR, un casco de realidad virtual que incorporaba visores LCD, auriculares estéreos y sensores inerciales que podían trackear el movimiento de la cabeza del usuario.

**Campo:** Videojuegos

1993 (III) / Christa Sommerer y Laurent Mignonneau realizan *InteractivePlantGrowing*<sup>12</sup>, que ganó el premio Golden Nica en ArsElectronica de 1994. *InteractivePlantGrowing* es una instalación interactiva, donde las plantas virtuales 3D crecen en relación a la forma de interacción de los usuarios con las plantas reales.

**Campo:** Artístico

Figura 52

Fuente: [https://segaretro.org/images/thumb/4/43/Segavr\\_physical01.jpg/301px-Segavr\\_physical01.jpg](https://segaretro.org/images/thumb/4/43/Segavr_physical01.jpg/301px-Segavr_physical01.jpg)



1994 (I) / En el Centro Nacional Alemán de Investigación para la Ciencia de la Información (GMD) se desarrolla la *Responsive Workbench*. Una *Mesa de trabajo Receptiva* que consta de una pantalla de realidad virtual que funciona mostrando imágenes estereoscópicas generadas por computadora en su superficie. Usando lentes con obturador estereoscópico, los usuarios pueden observar imágenes en 3D “que se elevan” sobre la mesa. Los usuarios pueden interactuar con la mesa de trabajo utilizando una variedad de métodos que incluyen reconocimiento de gestos, reconocimiento de voz e interfaces gráficas de usuario en 3D (GUI).

**Campo:** Científico

1994 (II) / En el ArsElectronica de este año en Linz, Austria, Jeffrey Shaw expone *The Golden Calf*<sup>3</sup>, la primera obra de realidad aumentada en utilizar un dispositivo see-through (transparente) de video.

**Campo:** Artístico

Figura 53

Fuente: <http://www.alan-shapiro.com/wp-content/uploads/2010/04/SM2.gif>







Figura 54

Fuente: <https://www.nrl.navy.mil/itd/imda/research/5581/research-and-projects/responsive-workbench>

1995 (I) / Jun Rekimoto y Katashi Nagao crean la NaviCam, el primer sistema de realidad aumentada móvil. La NaviCam consiste en una cámara conectada a una estación de trabajo (computadora potente), esta cámara se utiliza para realizar el seguimiento óptico. El sistema detecta, en la imagen proveniente de la cámara, marcadores codificados por color mostrando información en relación al contexto, utilizando la técnica de “video transparente”.

**Campo:** Científico

1995 (II) / Nintendo lanzó una consola de videojuegos cuyo funcionamiento estaba basado en un casco de realidad virtual. Tenía visión estereoscópica y los cartuchos se introducían en el propio casco que contenía el hardware de la consola. La consola fue diseñada por Gunpei Yokoi, creador de la Nintendo Game Boy.

**Campo:** Videojuegos



Figura 55

Fuente: <https://www.jeffreys-hawcompendium.com/portfolio/golden-calf/>

Figura 56

Fuente: [https://images.slideplayer.com/15/4705640/slides/slide\\_3.jpg](https://images.slideplayer.com/15/4705640/slides/slide_3.jpg)



Copyright (C) 1997-1998 Jun Rekimoto

1995 (III) / Benjamin Bederson introdujo el término Audio Augmented Reality (realidad aumentada de audio) al presentar un sistema que producía un aumento de la modalidad de audición. El prototipo desarrollado utilizaba un reproductor de minidiscos (MD-Player) que reproducía información de audio basada en la posición del usuario dentro un museo.

**Campo:** Científico

Figura 57

(A.A.V.V., *Retro Gamer Video-games Hardware Handbook*, 2016)



1995 (IV) / Charlotte Davies, una artista canadiense que se especializa en realidad virtual, realiza una obra con esta tecnología titulada *Osmose*<sup>14</sup>, en 1998 realizará *Ephemere*, otra obra de realidad virtual importante. Davies también es la directora de la conocida compañía de Software 3D Softimage.

**Campo:** Artístico

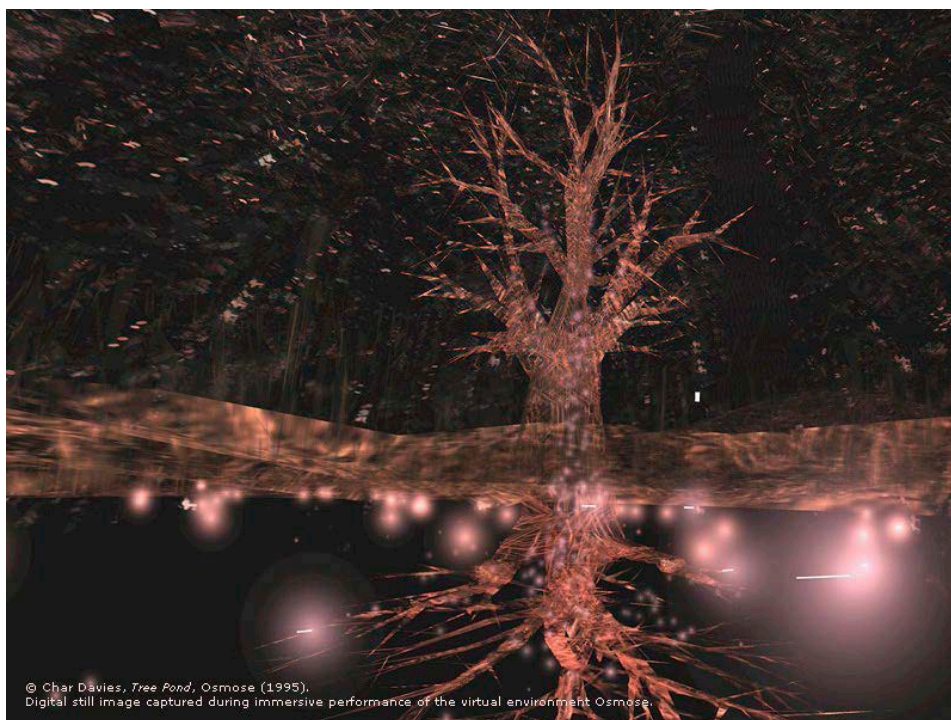


Figura 58

Fuente: [http://www.immergence.com/centralizedImages/osmose/Osm\\_Tree\\_Pond\\_800.jpg](http://www.immergence.com/centralizedImages/osmose/Osm_Tree_Pond_800.jpg)

1995 (V) / En junio de este año aparece online la obra *Telegarden*, dirigida por Ken Goldberg y Joseph Santarromana. Telegarden es una instalación interactiva online, que permite a los usuarios interactuar remotamente con un jardín de plantas. Es una de las primeras obras de telepresencia, los interactores utilizando una interfaz web, controlan remotamente un brazo robótico que les permite plantar, regar y cuidar las plantas del jardín.

1996 (I) / El ingeniero de Sony Jun Rekimoto crea un método para calcular completamente el tracking visual de la cámara (con 6 grados de libertad) empleando marcas 2D matriciales (códigos de barras cuadrados). Esta técnica sería la precursora de otros métodos de tracking visuales en los próximos años.

**Campo:** Científico



Figura 59

<http://goldberg.berkeley.edu/garden/Ars/>

Figura 59

(Arth, y otros, 2015)



1996 (II) / En este caso Jeffrey Shaw, junto con sus colaboradores, Agnes Hegedus y Bernd Lintermann, presenta la obra *conFIGURINGthe CAVE*<sup>1</sup>, para este trabajo utiliza un sistema CAVE de cuatro lados añadiéndole un maniquí como interfaz.

**Campo:** Artístico

Figura 60

Fuente: <https://www.jeffreys-hawcompendium.com/portfolio/configuring-the-cave/>



1996 (III) / Eduardo Kac expone *Rara Avis*, una de las primeras obras en utilizar telepresencia con cascos de realidad aumentada con sistema de video see-through. El usuario, por medio del casco, puede visualizar lo que estaría “viendo” el ave robótica dentro de una jaula, adoptando su punto de vista.

**Campo:** Artístico

Figura 61

Fuente: <http://www.ekac.org/raraavis.html>



1997 (I) / Investigadores de la Universidad de Columbia presentan *The Touring Machine* (MARS). Utiliza un sistema de visión de tipo see-through que combina directamente la imagen real con gráficos 2D y 3D proyectados en una pantalla transparente. El sistema consta de un Head Mounted Display con tracker, una cámara, una mochila con una PC, batería, GPS, antena comunicación wireless para acceso web y una computadora hand-held con pantalla táctil.

**Campo:** Científico



Figura 62

(Arth, y otros, 2015)

1997 (II) / Ronald Azuma desarrolla una definición formal del término *Realidad Aumentada* en el artículo "A Survey of Augmented Reality".

Está definida por tres características principales:

- Combina lo real y lo virtual
- Es interactivo en tiempo real
- Tiene un registro tridimensional

**Campo:** Científico



Figura 62

, (Arth, y otros, 2015)

Figura 63

Fuente: <http://www.wikiwand.com/en/DisneyQuest>



1997 (III) / Philippe Kahn inventa el *Camera Phone*, un smartphone con cámara que permite tomar fotografías.

**Campo:** Científico

1998 (I) / Disney abre el primero de sus DisneyQuest o centro de ocio familiares con diversas atracciones de realidad virtual, usando tanto dispositivos con casco HMD como basados en proyección.

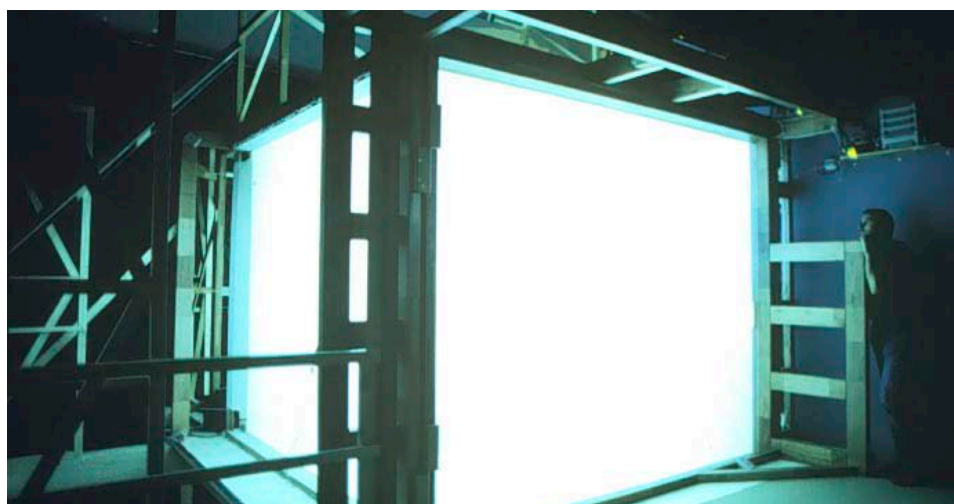
**Campo:** Videojuegos

1998 (II) / Se presenta el VR-CUBE en el Instituto Real de Tecnología de Suecia, fue el primer sistema CAVE en utilizar seis lados. Fue construido por la German Company TAN Projektionstechnologie GmbH & Co. KG

**Campo:** Científico

Figura 64

Fuente: <http://www.ncsa.illinois.edu/People/tcoffin/DOC/RIT/images/>



1999 / Kato y Billinghurst desarrollan ARToolKit en el HitLab, una librería de tracking visual de 6 grados de libertad que reconoce marcas cuadradas mediante patrones de reconocimiento. Debido a su liberación bajo licencia GPL se hace muy popular y es ampliamente utilizada en el ámbito de la Realidad Aumentada. Se presenta en SIGGRAPH de ese año.

**Campo:** Científico

2000

Bruce Thomas con un grupo de investigadores de la University of South Australia presentan AR-Quake, desarrollado a partir del motor original del juego Quake, que permite jugar en primera persona en escenarios reales. El registro se realizaba empleando una brújula digital, un receptor de GPS y métodos de visión basados en marcas. Los jugadores debían llevar un sistema de cómputo portátil en una mochila, un casco de visión estereoscópica y un mando de dos botones. Es el primer juego al aire libre con dispositivos móviles de realidad aumentada, se presenta en el International Symposium on Wearable Computers.

**Campo:** Científico -Videojuegos



Figura 62

(Arth, y otros, 2015)

Figura 65

Fuente: <http://www.wikiwand.com/en/DisneyQuest>

2001 / Vlahakis et al. presentan Archeoguide, una aplicación de guías turísticas electrónicas basadas en Realidad Aumentada. El sistema está construido alrededor del sitio histórico de Olimpia, Grecia proporcionando información personalizada basada en el contexto, y muestreando reconstrucciones de edificios y objetos 3D mediante una base de datos multimedia. La comunicación se realiza mediante WLAN y utiliza GPS para la localización. El sistema es altamente escalable, permitiendo diferentes dispositivos de visualización, HMD, palmtop y Pocket PCs.

**Campo:** Científico



Figura 66

(González Morcillo, Vallejo Fernández, Alonso Albusac Jiménez, & Castro Sanchez, 2013)

## 2002 (I)

Michael Kalkuschet *al.* presentan un sistema de realidad aumentada móvil que sirve para guiar a un usuario a través de un edificio desconocido hasta una habitación de destino. El sistema presenta un modelo de estructura de alambre del edificio etiquetado con información direccional que se muestra por medio de un dispositivo de casco see-through. El seguimiento se realiza mediante una combinación de marcadores AR-Toolkit montados en la pared que son vistos por una cámara montada en la cabeza y un sensor inercial.

Figura 67

(Arth, y otros, 2015)



2002 (II) / Golan Levin y Zachary Lieberman, con la producción del ArsElectronicaFuturelab, desarrollan *HiddenWorldsofNoise and Voice*<sup>15</sup>. Es una instalación interactiva formada por una mesa con una proyección cenital y una serie de lentes de Realidad Aumentada que permiten a los participantes ver cómo los sonidos que se producen al hablar se convierten en formas de colores que flotan en el espacio, proyectando sombras virtuales sobre la mesa.



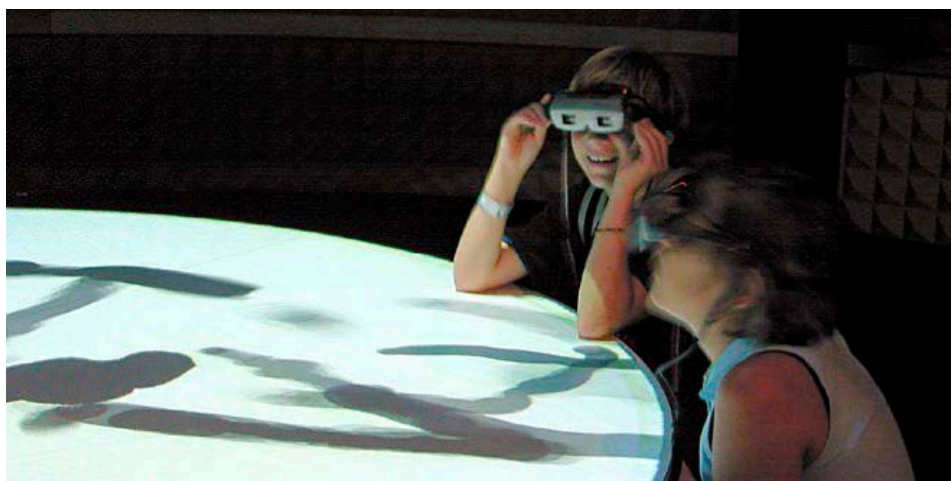


Figura 68

Fuente: <https://wearables.unisa.edu.au/projects/ar-quake/>

2003 (1) / Comienza a desarrollarse la *Reactable*, que es un instrumento musical electrónico colaborativo de virtualidad aumentada que funciona con una interfaz tangible. Fue desarrollada por un equipo de investigación en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Sergi Jordà, Günter Geiger, Martin Kaltenbrunner y Marcos Alonso presentaron el proyecto por primera vez en un concierto público en la International Computer Music Conference 2005 en Barcelona. En 2009, se fundó la empresa ReactableSystems que vende una versión comercial del proyecto.

La Reactable consta de un tablero semi translúcido, retroproyectado, que por medio de cámaras y un software de computervision, también desarrollado por ellos (ReacTIVision), permite capturar la superficie del tablero buscando patrones bitonales (fiduciales) colocados en los objetos. Estos patrones permiten que el sistema pueda obtener la posición y rotación de dichos objetos (cubos).

**Campo:** Científico - Artístico



2003 (II) / Siemens lanza al mercado el teléfono SX1, que venía con el juego Mozzies (también conocido como Mosquito Hunt), el primer videojuego de Realidad Aumentada para teléfonos móviles. El juego permite superponer mosquitos virtuales a la capturada que realiza la cámara integrada en el teléfono. Este juego fue premiado como el mejor videojuego para teléfonos móviles en este año.

**Campo:** Videojuegos

Figura 70

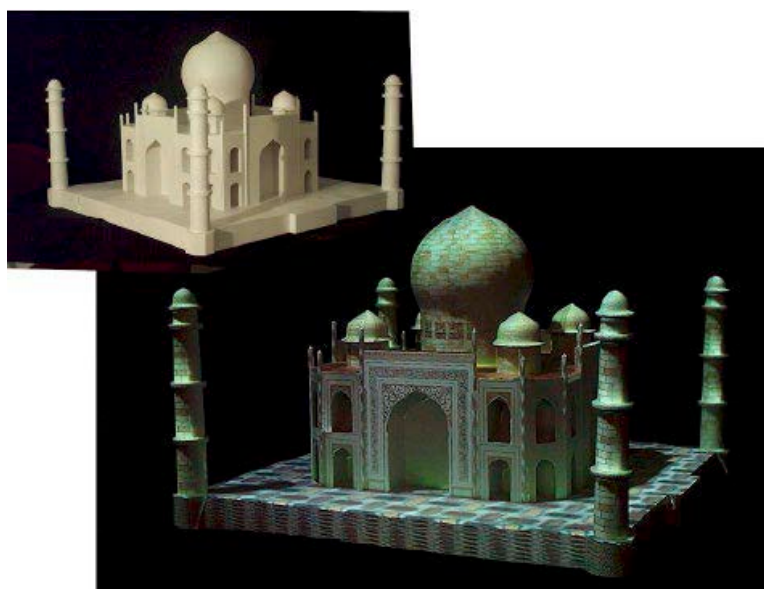
(González Morcillo, Vallejo Fernández, Alonso Albusac Jiménez, & Castro Sanchez, 2013)



2003 (III) / Ramesh Raskaret *al.* presentan iLamps, el primer prototipo de objetos aumentados mediante un sistema portátil de cámara y proyector (mapping). Mediante el uso del proyector y la cámara, el sistema puede calcular las deformaciones y los cambios de iluminación que deben aplicarse sobre la superficie a mapear. **Campo:** Científico

Figura 71

(Bimber & Raskar, 2005)



2003 (IV) / Golan Levin en colaboración con Zachary Lieberman, Joan LaBarbara y JaapBlonk, crean la obra titulada *Messa di Voce*. Es una instalación interactiva donde se produce la aumentación de los sonidos emitidos por el performer (en este caso JaapBlonk)<sup>16</sup> en forma de imágenes proyectadas con las cuales se puede interactuar.

**Campo:** Artístico

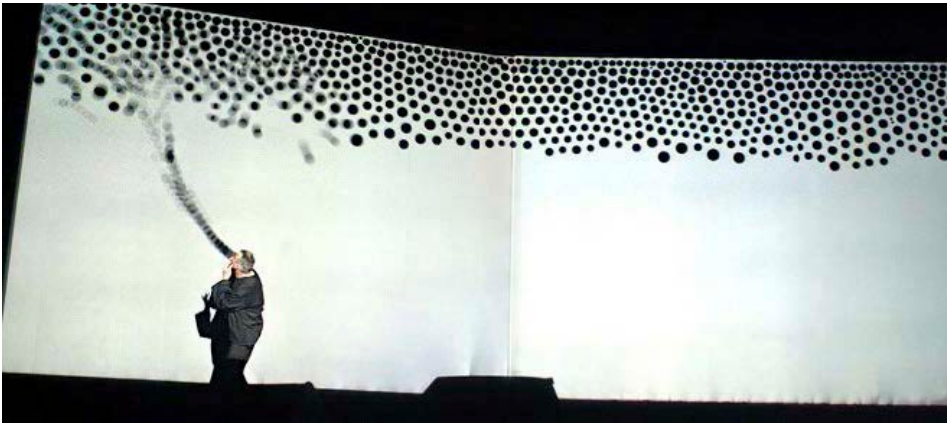


Figura 72

Fuente: <http://www.flong.com/projects/messa/>

2004 (I) / Adrian David Cheok et al., investigadores de la Universidad Nacional de Singapur, desarrollan el juego *Human Pacman*. Es un sistema de entretenimiento móvil ubicuo interactivo, que se basa en la detección de posición y perspectiva a través de un sistema de posicionamiento global y sensores de inercia. Se conecta la computadora con el usuario por medio de Bluetooth y sensores capacitivos. El *PacMan* y los *fantasmas* son en realidad jugadores humanos que corren por la ciudad llevando computadoras y sistemas de visión.

**Campo:** Videojuegos



Figura 72

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/light-speed-roadtrip-through-augmented-reality-171110092239/95/light-speed-roadtrip-through-augmented-reality-26-638.jpg?cb=1515801072>

2004 (II) / Mathias Mohring et al. presentan un sistema de seguimiento de marcadores 3D en un teléfono móvil. Este trabajo mostró el primer sistema de realidad aumentada de *video transparente* en un teléfono celular de consumo masivo. Admite la detección y diferenciación de distintos marcadores 3D y la correcta integración de gráficos renderizados 3D en la transmisión de video en vivo.

**Campo:** Científico

Figura 74

Fuente: <https://ai2-s2-public.s3.amazonaws.com/figures/2017-08-08/8ad212ed792352a57a589b5f23ae26d1570ae724/2-Figure2-1.png>



2004 (III) / En la SIGGRAPH 2004 se presenta el proyecto Invisible Train, realizado en la Universidad Técnica de Viena. Es el primer videojuego multiusuario para PDAs. Esta aplicación se ejecutaba totalmente en las PDAs, sin necesidad de servidores adicionales para realizar procesamiento auxiliar. Los jugadores controlan trenes virtuales y deben intentar evitar que colisione con los trenes de otros jugadores.

**Campo:** Científico

Figura 75

Fuente: [https://studierstube.icg.tugraz.at/invisible\\_train/images/crw\\_8027.jpg](https://studierstube.icg.tugraz.at/invisible_train/images/crw_8027.jpg)

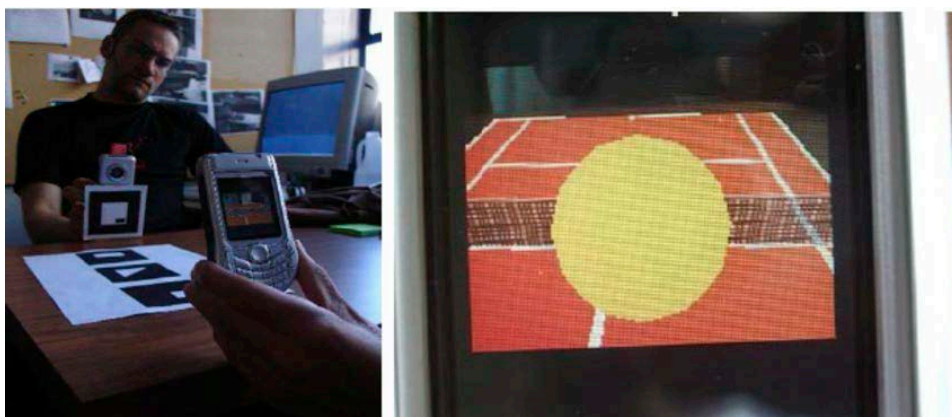


2005 / AndersHenrysson adapta la biblioteca ARToolkit para poder funcionar en Symbian, utilizando esta tecnología crea el juego AR-Tennis. El videojuego gana el premio internacional *Independent Mobile Gaming* el mismo año.

**Campo:** Videojuegos

Figura 76

Fuente: [https://www.researchgate.net/profile/Hartmut\\_Seichter/publication/288150355/figure/fig5/AS:319185797304326@1453111232341/Playing-AR-tennis-Hitting-the-ball-over-the-net.png](https://www.researchgate.net/profile/Hartmut_Seichter/publication/288150355/figure/fig5/AS:319185797304326@1453111232341/Playing-AR-tennis-Hitting-the-ball-over-the-net.png)



2007 (I) / Pablo Valbuena desarrolla en el Interactivos del Medialab Prado la obra *Augmented Sculpture*<sup>17</sup>, que consta de una estructura de prismas aumentada con mapping de proyección.

**Campo:** Artístico

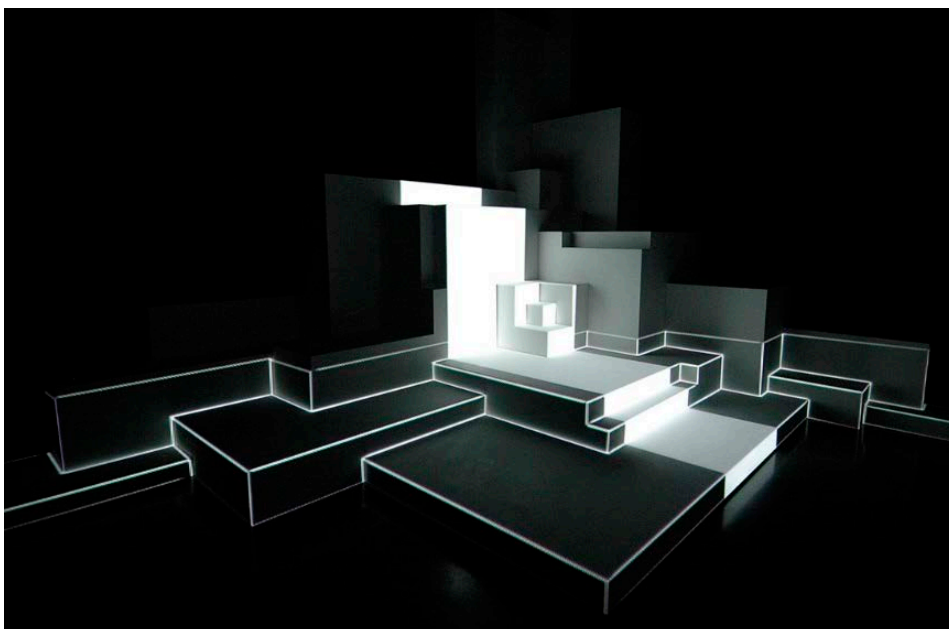


Figura 77

Fuente: <http://www.pablo-valbuena.com/selectedwork/augmented-sculpture-v1/>

2007 (II) / La obra de Chris Sugrue, *Delicate Boundaries*, recibe una mención honorífica en el premio VIDA de la Fundación Telefónica. La obra es una instalación interactiva de virtualidad aumentada que utiliza el cuerpo como una extensión de un ecosistema de organismos digitales. Por medio de un proyector montado sobre el espacio de la instalación, los organismos simulados “pueden desplazarse” de la pantalla al cuerpo humano.

**Campo:** Artístico

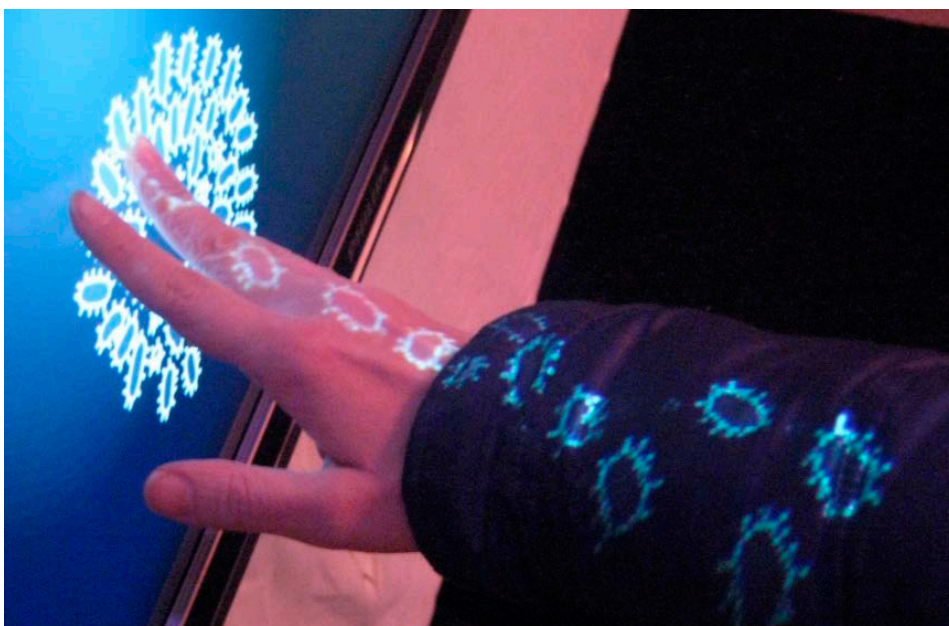


Figura 78

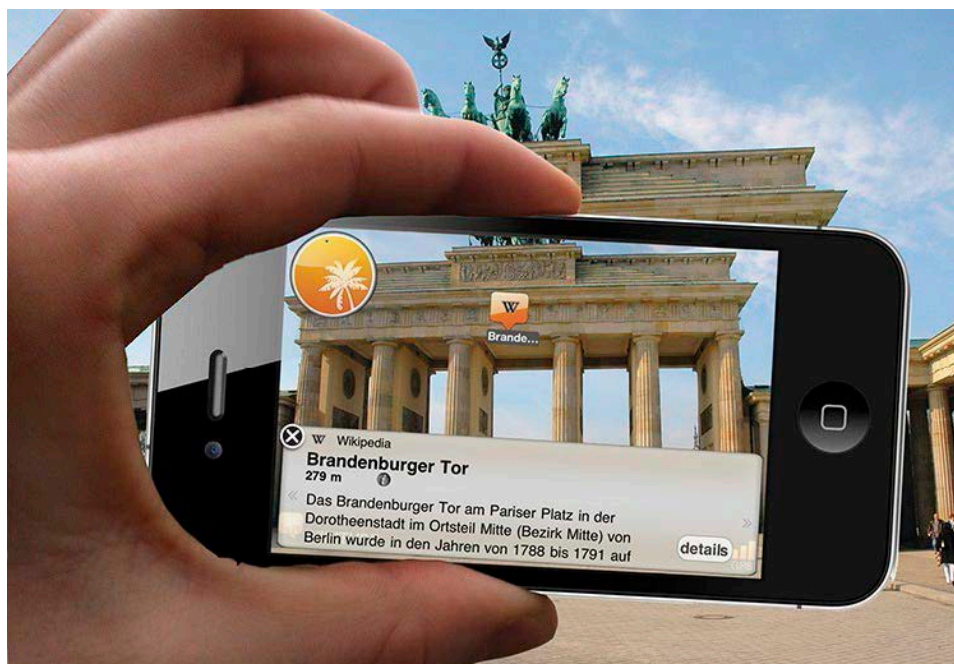
Fuente: <http://csugrue.com/delicateboundaries/>

2008 (I) / Mobilizy crea *AR Wikitude Guía*, que sale a la venta el 20 de octubre de 2008 con el teléfono Android G1. Wikitude es una aplicación que aumenta la información del mundo real, superponiendo datos en tiempo real en la cámara del teléfono, con datos obtenidos de entradas de Wikipedia.

**Campo:** Científico

Figura 79

Fuente: <https://cdn.intermundial.es/blog/wp-content/uploads/2014/04/wikitude-app-realidad-aumentada1.jpg>



2008 (II) / Julian Oliver comienza a desarrollar el proyecto *The Artvertiser* en colaboración con Damian Stewart y Arturo Castro (uno de los fundadores de openFrameworks<sup>2</sup>). The Artvertiser es una plataforma de software de Realidad Aumentada que permite reemplazar, en tiempo real, la publicidad de la calle con imágenes de arte. Funciona entrenando al sistema para que pueda “reconocer” los anuncios publicitarios y luego intercambiarlos por imágenes y videos.

**Campo:** Artístico

Figura 80

Fuente: <https://theartvertiser.com/>



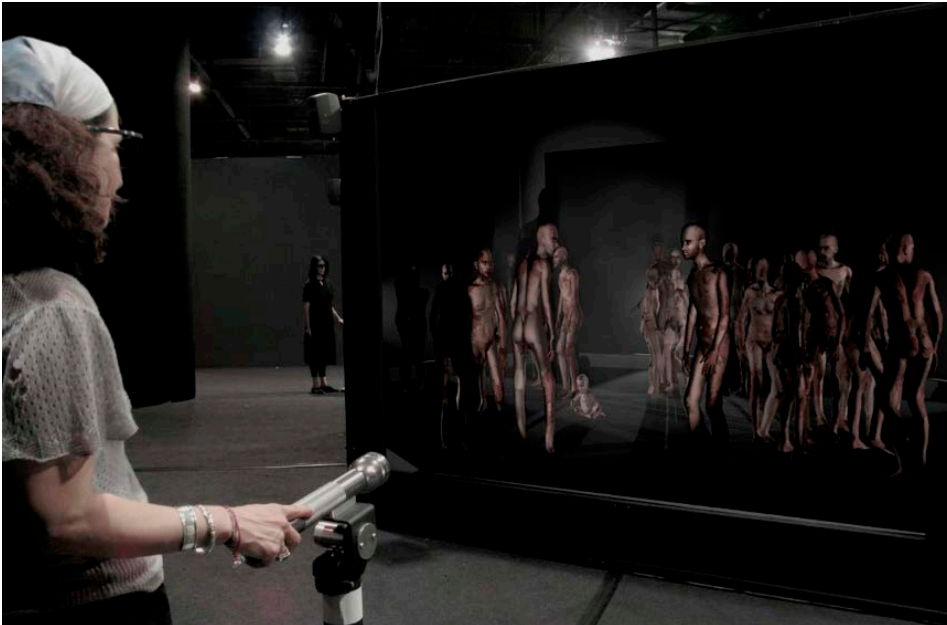


Figura 81

Fuente: <https://www.jeffreys-hawcompendium.com/portfolio/unmakeablelove/>

2008 (III) / Sarah Kenderdine y Sheffrey Shaw realizan la obra de virtualidad aumentada titulada UNMAKEABLELOVE. La infraestructura tecnológica utilizada para este trabajo es ReActor, una construcción hexagonal de 5 metros de diámetro y 2,5 metros de altura, con seis pantallas retro proyectadas y visualización tridimensional estereoscópica. La instalación utiliza seis linternas, montadas en frente de estas pantallas, permitiendo que el visitante pueda interactuar viendo el mundo virtual. Para la realización utilizaron un motor de videojuego para el diseño visual y algoritmos de vida artificial para los comportamientos.

**Campo:** Artístico



Figura 82

Fuente: <https://theartvertiser.com/>

2009 (I) / SPRX mobile lanza al mercado una variante avanzada de Wikitude llamada *Layar*, que utiliza el mismo mecanismo de registro que Wikitude (GPS + Brújula electrónica). Layar define un sistema de capas que permite representar datos de diversas fuentes globales (como Wikipedia o Twitter), estas capas serían el equivalente a los sitios web de los navegadores habituales.

**Campo:** Científico

2009 (II) / Saqoosha portaAR Toolkita Adobe Flash (FLARToolkit), de esa forma la realidad aumentada comienza a utilizarse en los navegadores Web.

**Campo:** Científico

Figura 83

Fuente: <https://interaccionaumentada.files.wordpress.com/2012/04/earth.jpg>



2009 (III) / Kimberly Spreenet *al.* desarrollan ARhrrrr!, el primer juego móvil de AR con contenido de alta calidad, comparable al nivel de los videojuegos comerciales. Utilizan un kit de desarrollo NVIDIA Tegra ("Concorde") con una GPU rápida. Todo el procesamiento, excepto el seguimiento, se ejecuta en la GPU, lo que hace que la aplicación pueda funcionar a altas tasas de fotogramas en un dispositivo móvil estándar.

**Campo:** Videojuegos

Figura 84

Fuente: <http://www.deathlord.it/public/dblog/2008/image/ARRHrrrr.jpg>





2009 (IV) / El estudio español Novorama crea el videojuego de realidad aumentada *Invizimals* para la PSP (PlayStation Portable). Este juego emplea marcas para registrar la posición de la cámara empleando tracking visual. Es uno de los primeros juegos de realidad aumentada en ser un éxito comercial en Europa.

**Campo:** Videojuegos



Figura 85

Fuente: [https://as01.epimg.net/meristation/imagenes/2009/12/18/noticia/1261145760\\_900571\\_1530403074\\_sumario\\_normal.jpg](https://as01.epimg.net/meristation/imagenes/2009/12/18/noticia/1261145760_900571_1530403074_sumario_normal.jpg)

2009 (V) / Ray y NurullaLatypov crean el VirtuSphere<sup>®</sup>. Consiste en una esfera hueca que se coloca en una plataforma especial que permite que la esfera gire libremente en cualquier dirección según los pasos del usuario. Se utiliza con dispositivos de realidad virtual permitiendo trackear la posición del usuario.

**Campo:** Científico - Videojuegos

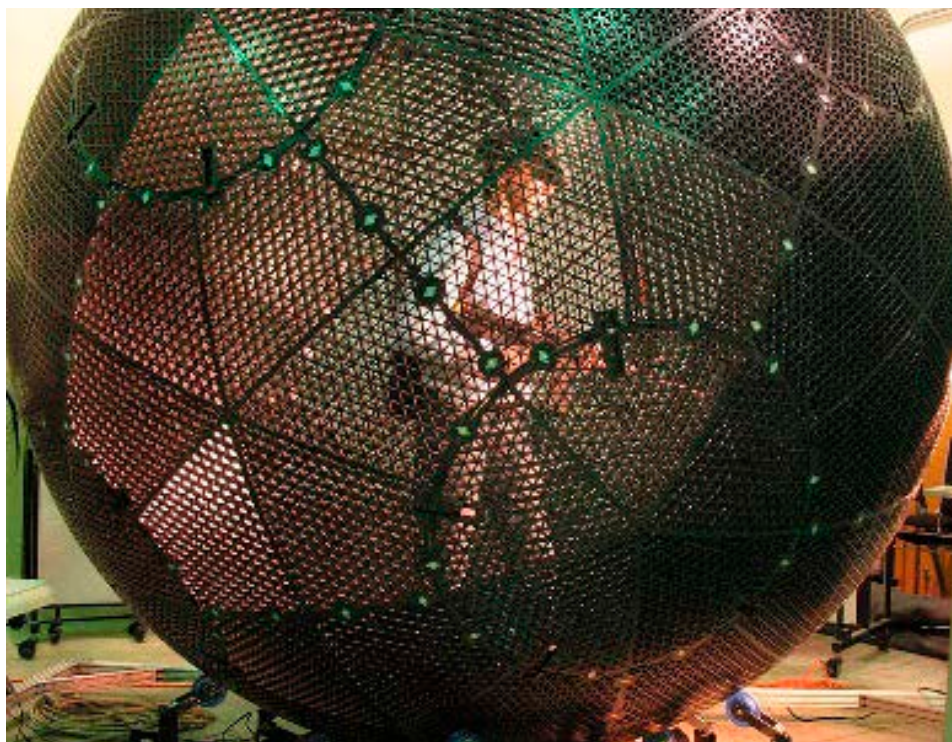


Figura 86

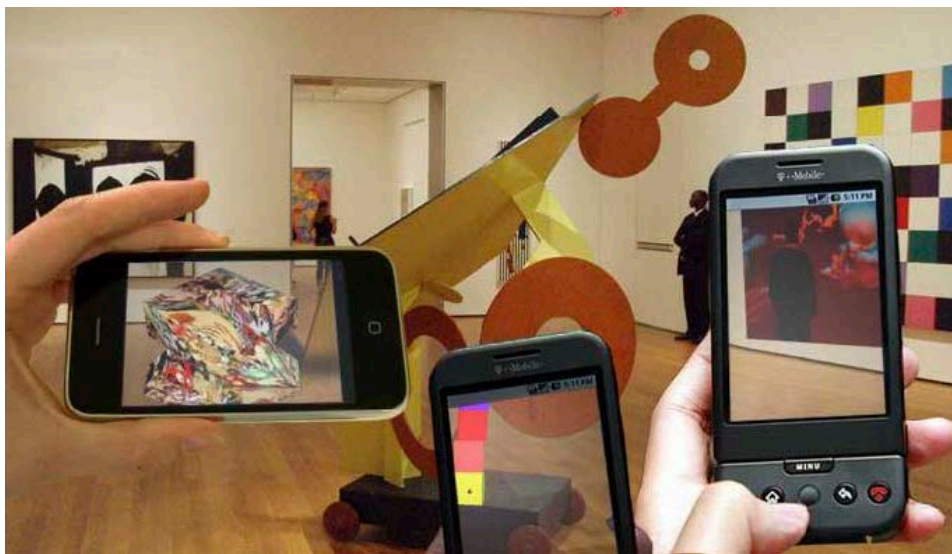
Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/13/Virtusphere.jpg/800px-Virtusphere.jpg>

2010 (I) / El 9 de octubre de este año Sender Veenhof y Mark Skwarek inauguran una muestra no oficial llamada *WeARinMoMA* en el MoMA. Utilizan técnicas de geolocalización, mediante el sistema de posicionamiento global (GPS), con dispositivos móviles provistos de cámaras y pantallas. Intervienen el legitimado espacio de exposición mediante una aplicación de realidad aumentada que permite ver sus obras virtuales plasmadas en dicho lugar.

**Campo:** Artístico

Figura 87

Fuente: <http://www.sndrv.nl/moma/>



2010 (II) / Microsoft anuncia una estrecha colaboración con PrimeSense, una compañía israelí que trabaja en sensores 3D basados en luz estructurada, para suministrar su tecnología al "Proyecto Natal", luego llamado Kinect. La Kinect es un controlador para videojuegos creado por Alex Kipman, desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360, y luego para PC a través de Windows. El dispositivo cuenta con una cámara RGB, un sensor de profundidad, un arreglo de micrófonos y un procesador personalizado que ejecuta el software, que proporciona captura de movimiento de todo el cuerpo en 3D, reconocimiento facial y capacidades de reconocimiento de voz.

**Campo:** Videojuegos

Figura 87

Fuente: <http://www.sndrv.nl/moma/>



2010 (III) / Joon Moon, utilizando el framework de desarrollo para artistas openFrameworks, realiza la obra de virtualidad aumentada *Augmented Shadow*. Utiliza un tipo de interfaz similar al utilizado por la *reacTable*, mediante el uso de objetos físicos (cubos blancos) como interfaz, puede intervenir la virtualidad del sistema que se visualiza sobre una pantalla tangible tipo mesa.

**Campo:** Artístico



Figura 89

Fuente: <https://joonmoon.net/Augmented-Shadow>

2011 (I) / Claire Bardainne y Adrien Mondot desarrollan la serie de trabajos que componen la muestra *XYZT AbstractLandscapes*, que luego en el 2015 se expondría por el mundo. Estos proyectos son una serie de instalaciones interactivas que utilizan principalmente simulación física y computervisión en base a dispositivos y cámaras de profundidad como la Kinect.

**Campo:** Artístico

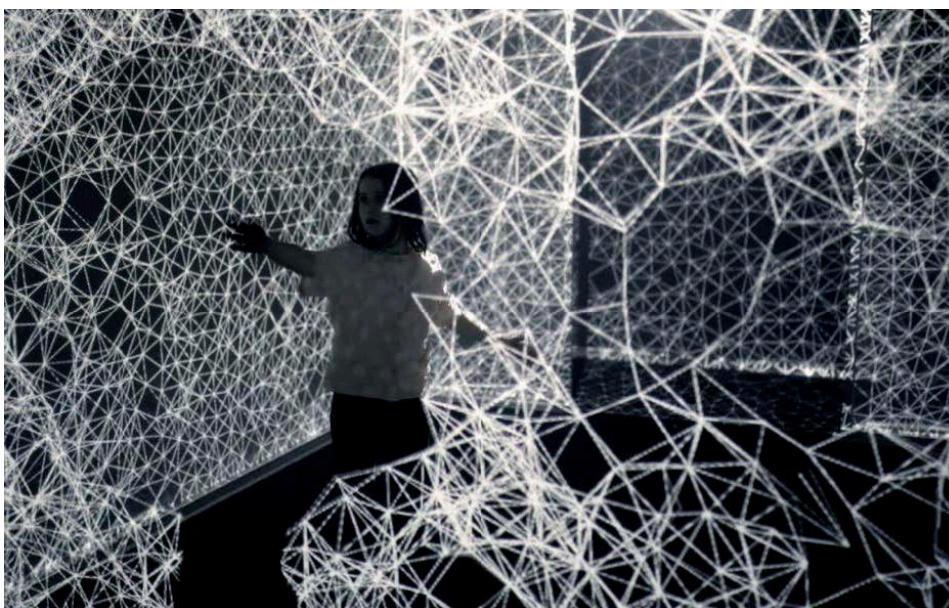


Figura 90

Fuente: <https://www.am-cb.net/projets/xyzt>

**2011 (II)** / El 27 de enero de 2011, Amir Baradaran se infiltró en el Museo del Louvre para transmitir, en vivo durante 52 segundos, su intervención virtual sobre la Mona Lisa de Leonardo da Vinci. Utilizando una aplicación de Realidad Aumentada para smartphone, *Frenchising Mona Lisa* busca cuestionar las nociones de identidad, iconografía y prácticas curatoriales dentro de los museos.

**Campo:** Artístico

Figura 91

Fuente: [http://amirbaradaran.com/ab\\_futarism\\_monalisa.php](http://amirbaradaran.com/ab_futarism_monalisa.php)

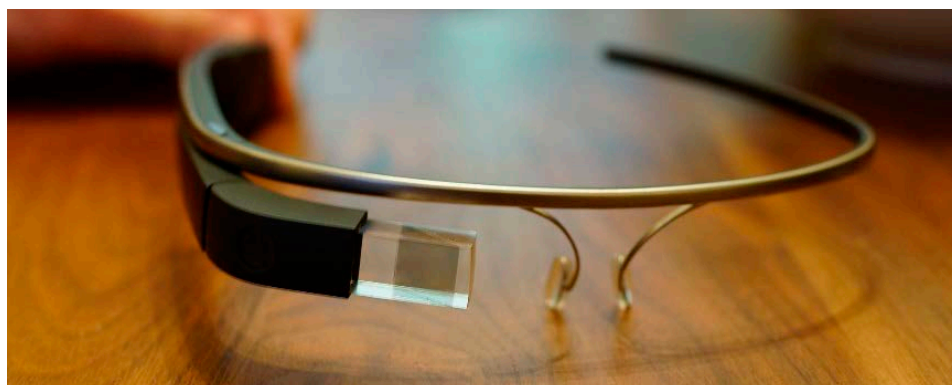


**2012 (I)** / Google Glass (también conocido como Google Project Glass) se presenta por primera vez al público. El dispositivo GoggleGlass es un HMD óptico que se puede controlar con un sensor táctil integrado o por medio de comandos de lenguaje natural. Después de su anuncio público, Google Glass tuvo un gran impacto en investigación.

**Campo:** Científico

Figura 92

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/25/Google\\_Glass\\_Explorer\\_Edition.jpeg/1920px-Google\\_Glass\\_Explorer\\_Edition.jpeg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/25/Google_Glass_Explorer_Edition.jpeg/1920px-Google_Glass_Explorer_Edition.jpeg)



**2012 (II)** / En agosto de 2012, Palmer Luckey presentó el primer prototipo del casco de realidad virtual *Oculus Rift*. La versión pública se comenzó a comercializar en 2015. En 2016, Sony lanzó el PlayStation VR, mientras que HTC y Valve lanzaron el HTC Vive. Esto inició un nuevo rumbo en el desarrollo de videojuegos de Realidad Virtual.

**Campo:** Videojuegos



Figura 93

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ae/Oculus\\_Rift\\_-\\_Developer\\_Version\\_-\\_Front.jpg/1280px-Oculus\\_Rift\\_-\\_Developer\\_Version\\_-\\_Front.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ae/Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Front.jpg/1280px-Oculus_Rift_-_Developer_Version_-_Front.jpg)

2013 (I) / Sale el VirtuixOmni<sup>19</sup>, que es un simulador omni direccional para juegos de realidad virtual. Utiliza una plataforma para simular la locomoción, es decir, el movimiento al caminar. Para su funcionamiento requiere zapatos especiales o cubiertas para zapatos y una superficie que reduce la fricción. Funciona con dispositivos de realidad virtual permitiéndole a los jugadores caminar o correr dentro del juego.

**Campo:** Videojuegos



Figura 94

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Virtuix\\_Omni\\_Skyrim\\_%28cropped%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Virtuix_Omni_Skyrim_%28cropped%29.jpg)

2013 (II) / Ian Hutchinson crea Between Physical and Digital: AugmentedRealitySculpture. Interrelaciona objetos reales con otros generados por computadora mediante un dispositivo de realidad aumentada.

**Campo:** Artístico

Figura 95

Fuente: <http://www.ian-hutch.net/work.html>

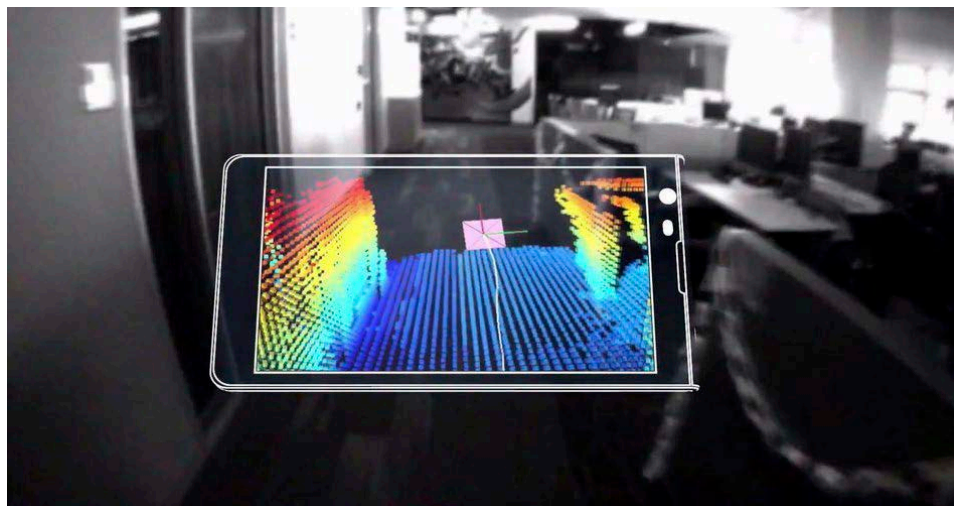


2014 (I) / En febrero, Google anuncia el Proyecto Tango, que es una tecnología de realidad aumentada basada en un smartphone Android equipado con un sensor 3D tipo Kinect. El dispositivo consta de sensores inerciales, sensor de profundidad, software integrado para seguimiento de movimiento, aprendizaje del entorno y percepción de profundidad.

**Campo:** Científico

Figura 96

Fuente: <https://tr3.cbsiatic.com/hub/i/r/2016/01/08/d86c6b40-edc3-4001-a83c-bcc0e-dfb7877/resize/770x/c105bfc1ae3851a9751e2e-d4f694c016/googletango.png>



2014 (II) / Sale la versión 1.0 del Google Cardboard, que es una plataforma de realidad virtual (VR) desarrollada por Google que permite armar la estructura del HMD utilizando cartón plegable y dos lentes. De esta manera se puede armar una estructura económica a la cual solo hay que incorporarle un smartphone, que es el que provee el hardware. Con el smartphone se pueden utilizar las aplicaciones de Android VR marcando una diferencia importante en relación con otros dispositivos, como Oculus Rift, que requieren de una computadora potente y un software específico para su uso.

**Campo:** Científico

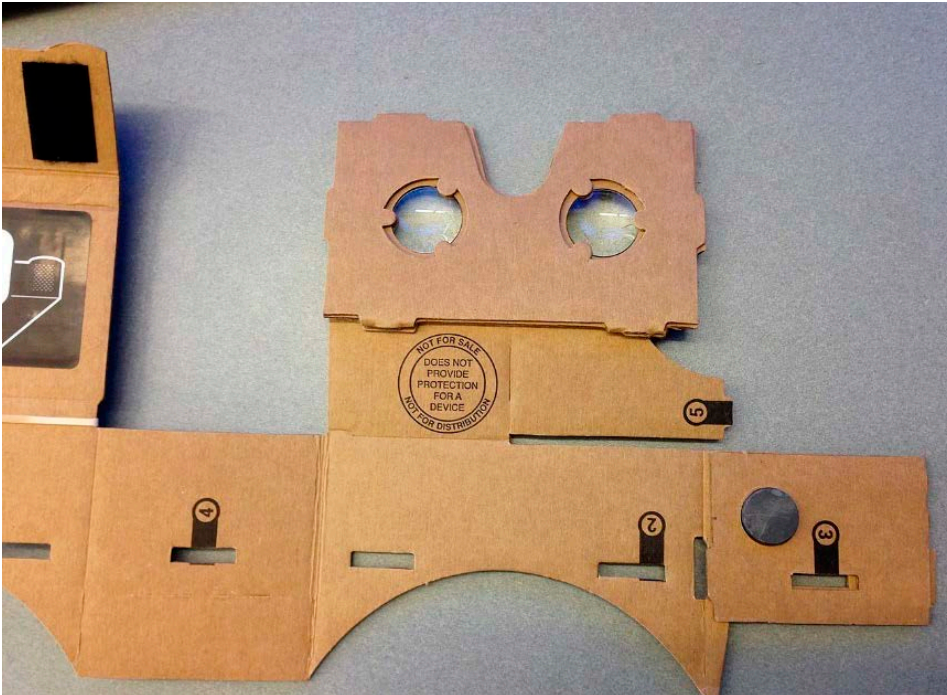


Figura 97

Fuente: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7a/Google\\_Cardboard\\_-\\_Fully\\_unfolded%2C\\_continued.JPG/1280px-Google\\_Cardboard\\_-\\_Fully\\_unfolded%2C\\_continued.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7a/Google_Cardboard_-_Fully_unfolded%2C_continued.JPG/1280px-Google_Cardboard_-_Fully_unfolded%2C_continued.JPG)

2015 (I) / Microsoft lanza los *HoloLens*, anteriormente conocidos como Project Baraboo. Es un visor de realidad mixta del tipo casco con display see-through (transparente), posee una cámara de profundidad con 120 grados de visión angular, cámara de video, un arreglo de 4 micrófonos y un sensor de luz ambiental. El HoloLens vendría a continuar la línea de desarrollo iniciado por los dispositivos Kinect y las Google Glass.

**Campo:** Científico - Videojuegos



2015 (II) / Nobumichi Asai et al. crean un proyecto de tracking y mapping de rostro en tiempo real llamado OMOTE<sup>20</sup>.

**Campo:** Científico - Artístico

Figura 99

Fuente: <https://www.nobumichiasai.com/post/138919147877/omote-real-time-face-tracking-projection>

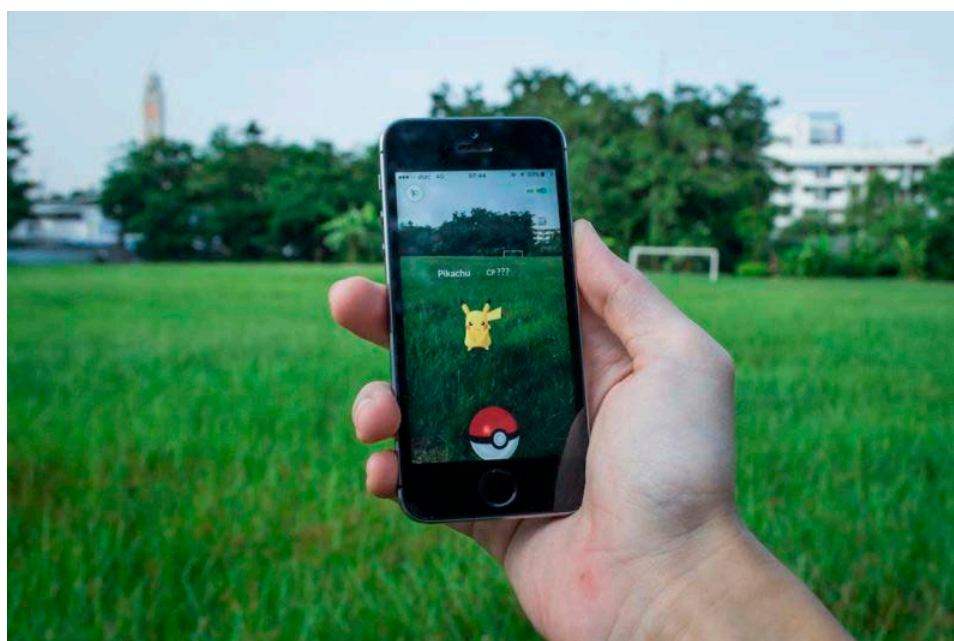


2016 / Niantic saca *Pokémon Go*, un juego de RA para móviles que alcanza un éxito sin precedentes en el género. El videojuego requiere que el jugador recorra las calles de su ciudad para descubrir toda clase de Pokemones, cuyas distintas especies aparecen dependiendo de la zona visitada. Las calles del mundo real aparecen representadas en Pokémon GO en forma de mapa, que muestra el lugar donde se encuentra el jugador y donde podrían haber nuevos Pokemones para capturar.

**Campo:** Videojuegos

Figura 100

Fuente: <https://cdn0.tn-wcdn.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2016/07/unnamed-796x531.jpg>





## Bibliografía

AA.VV. (2013). *Retro Gamer Videogames Hardware Handbook* (Vol. II). Imagine Publishing Ltd.

AA.VV. (2016). *Retro Gamer Videogames Hardware Handbook* (Segunda ed., Vol. I). Imagine Publishing Ltd.

Arth, C., Grasset, R., Gruber, L., Langlotz, T., Mulloni, A., Schmalstieg, D., & Wagner, D. (2015). *The History of Mobile Augmented Reality*. Graz: Institut für Computer Graphik und Wissensvisualisierung, Technische Universität Graz.

Azuma, R. (Agosto de 1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Bimber, O., & Raskar, R. (2005). *Spatial Augmented Reality. Merging Real and Virtual Worlds*. Wellesley, Massachusetts: A K Peters, Ltd.

Causa, E., & Joselevich Puiggrós, F. (2013). *Interfaces y diseño de interacciones para la práctica artística*. Universidad Virtual de Quilmes.

DeMaria, R., & Wilson, J. L. (2003). *High Score!: The Illustrated History of Electronic Games* (Segunda ed.). McGraw-Hill Osborne Media.

Eddy, B. R. (2012). *Classic Video Games: The Golden Age 1971-1984*. Shire Publications.

González Morcillo, C., Vallejo Fernández, D., Alonso Albusac Jiménez, J., & Castro Sanchez, J. (2013). *Realidad Aumentada. Un Enfoque Práctico con ARToolKit y Blender*. España: Bubok Publishing S.L.

Herman, L. (1994). *Phoenix: The fall & rise of home videogames*. Rolenta Press.

Levy, D. (1995). *¿Qué es lo virtual?* Barcelona: Paidós.

Machado, A. (2005). El Imaginario Numérico. En I. H. García, *Estética, Ciencia y Tecnología. Creaciones Electrónicas y Numéricas* (págs. 47-70). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Manresa Yee, C., Abásolo, M., Más Sansó, R., & Vénere, M. (2011). *Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas*. La Plata: Edulp.

Milgram, P., Kishino, F., Takemura, H., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Proceedings of SPIE*(2351), 282-292.

Page, R. (7 de 10 de 2018). Brief History of Flight Simulator. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.132.5428&rep=rep1&type=pdf>

Shanken, E. A. (2013). *Inventar el futuro: Arte, Electricidad, Nuevos Medios*. (E. Reyes García, Trad.) Estados Unidos: Fran Ilich (Departamento de Ficción).

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding Virtual Reality*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

## Notas

1. Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_virtual](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual)
2. Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_aumentada](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada)
3. Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_mixta](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_mixta)
4. En el texto original es “Reality-Virtuality Continuum”
5. Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_mixta](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_mixta)
6. <http://worrydream.com/refs/Sutherland%20-%20The%20Ultimate%20Display.pdf>
7. Traducción propia. Fuente: [http://90.146.8.18/en/archives/center\\_projekt\\_ausgabe.asp?iProjectID=11224](http://90.146.8.18/en/archives/center_projekt_ausgabe.asp?iProjectID=11224)
8. [https://www.youtube.com/watch?v=bMDr\\_CFFgWE](https://www.youtube.com/watch?v=bMDr_CFFgWE)
9. Entrevista a Thomas Furness: <http://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=6I17Y4MS4aU>
11. <https://vimeo.com/137915674>
12. <https://www.youtube.com/watch?v=JXX7JNFD2X8&t=7s>
13. <https://www.youtube.com/watch?v=paaacEIF6wU>
14. <https://www.youtube.com/watch?v=54O4VP3tCoY>
15. <https://vimeo.com/17229647>
16. <https://www.youtube.com/watch?v=STRMcmj-gHc>
17. <https://www.youtube.com/watch?v=KHWaH78Yt8Y>
18. <http://www.virtusphere.com/>
19. <http://www.virtuix.com/>
20. <https://vimeo.com/103425574>