



CP, 2022, Vol.11 – No23, pp. 61/80 ISSN 2014-6752. Girona (España). Universitat de Girona. JOSE LUIS RUBIO-TAMAYO, ALEJANDRO CARBONELL-ALCOCER, MANUEL GERTRUDIX: Una aproximación teórica a la evolución de los entornos 3D hacia la realidad extendida como medio y a los motores de juego como elementos de prototipado y configuración. Recibido: 14/10/22 - Aceptado: 30/11/2022

## Una aproximación teórica a la evolución de los entornos 3D hacia la realidad extendida como medio y a los motores de juego como elementos de prototipado y configuración.

### A theoretical approach to the evolution of 3D environments towards extended reality as a medium and game engines as prototyping and configuration elements.

#### **Autoria:**

**Jose Luis Rubio-Tamayo**

jose.rubio.tamayo@urjc.es

Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad

<https://orcid.org/0000-0002-8305-9205>

Universidad Rey Juan Carlos

España

**Alejandro Carbonell-Alcocer**

alejandro.carbonell@urjc.es

Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad

<https://orcid.org/0000-0003-0081-4728>

Universidad Rey Juan Carlos

España

**Manuel Gertrudix**

manuel.gertrudix@urjc.es

Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad

<https://orcid.org/0000-0002-5869-3116>

Universidad Rey Juan Carlos

España

## Resumen

En los últimos años, se ha producido una evolución sin precedentes de las tecnologías de la información y la comunicación. Las tecnologías para la producción de contenidos interactivos en el ámbito de la realidad extendida no son la excepción, existiendo numerosas posibilidades a la hora de generar experiencias inmersivas y con un elevado grado de interactividad. Desde una aproximación teórica, el artículo analiza el rol de los motores de juego o *game engines* como herramientas de conceptualización de experiencias en el ámbito de la realidad extendida, atendiendo a sus características, y planteando una mejora de la experiencia de usuario y de las posibilidades inmediatas que ofrecen estas tecnologías. Para ello, se realiza una revisión de las aproximaciones teóricas de los autores de referencia en la investigación de motores de juegos, se compara con la evolución de las herramientas de creación 3D y sus usos, y se proyecta el impacto y la influencia que tiene en el desarrollo de contenidos en el ámbito de la realidad extendida, particularmente, la realidad virtual, y el metaverso. Las conclusiones muestran la oportunidad que representan actualmente este tipo de herramientas en la creación de contenidos digitales, y su rol indispensable en la generación de experiencias dentro de la categoría de realidad extendida.

## Abstract

In recent years, there has been an unprecedented evolution of information and communication technologies. Technologies to produce interactive content in the field of extended reality are no exception, and there are numerous possibilities for generating immersive experiences with a high degree of interactivity. From a theoretical approach, the article analyzes the role of game engines as tools for the conceptualization of experiences in the field of extended reality, considering their characteristics, and proposing an improvement of the user experience and the immediate possibilities offered by these technologies. To this end, a review of the theoretical approaches of reference authors in game engine research is carried out, compared with the evolution of 3D creation tools and their uses, and the impact and influence on the development of content in the field of extended reality, particularly virtual reality, and the metaverse is projected. The conclusions show the opportunity that this type of tools currently represent in the creation of digital content, and their indispensable role in the generation of experiences within the category of extended reality.

## Palabras clave

Motores de juego; Realidad extendida; Diseño 3D; Metaversos; TIC; Medios digitales

## Keywords

Game engines; Extended reality; 3D design; 3D design; Metaverses; ICT; Digital media

## Fuentes de financiación

Convocatoria de plazas para la contratación de investigadores predoctorales en formación en la Universidad Rey Juan Carlos (ID 501100007511) 2020 (PREDOC 20-008). Proyecto eComciencia. Nuevas narrativas interactivas e inmersivas para impulsar la economía circular y la innovación social a través de la comunicación científica y la ciencia ciudadana desde la Escuela (Proyecto PID2021-127019OB-I00) Ministerio de Ciencia e Innovación. AEI.

## 1. Introducción

El concepto de Tecnologías de la Información y la Comunicación ha ido ampliando, desde hace décadas, el espacio de posibles significados que pueden albergar. Una noción que nació con la idea de la digitalización (Watanabe, 1980; Rogers, 1986; Fox-Przeworski, 1990) y que ha sido aplicada a las tecnologías multimedia de carácter eminentemente digital. Ello, incluyendo también los conceptos analógicos que han formado parte de los medios durante las últimas décadas, y entre los que se encuentran, entre otros, la fotografía y el cine, que han sido objeto de un proceso paulatino de digitalización.

Este continuo desarrollo tecnológico, multidimensional y con aplicaciones diversas a numerosos dominios, ofrece un escenario complejo en el que se pueden aplicar, potencialmente, todas las tecnologías existentes e imaginables con la única limitación del estado temporal de la tecnología. Esta tiende a hibridarse y a diversificarse a medida que avanza, lo que nos entrega un mayor catálogo de dispositivos para acceder al espacio digital.

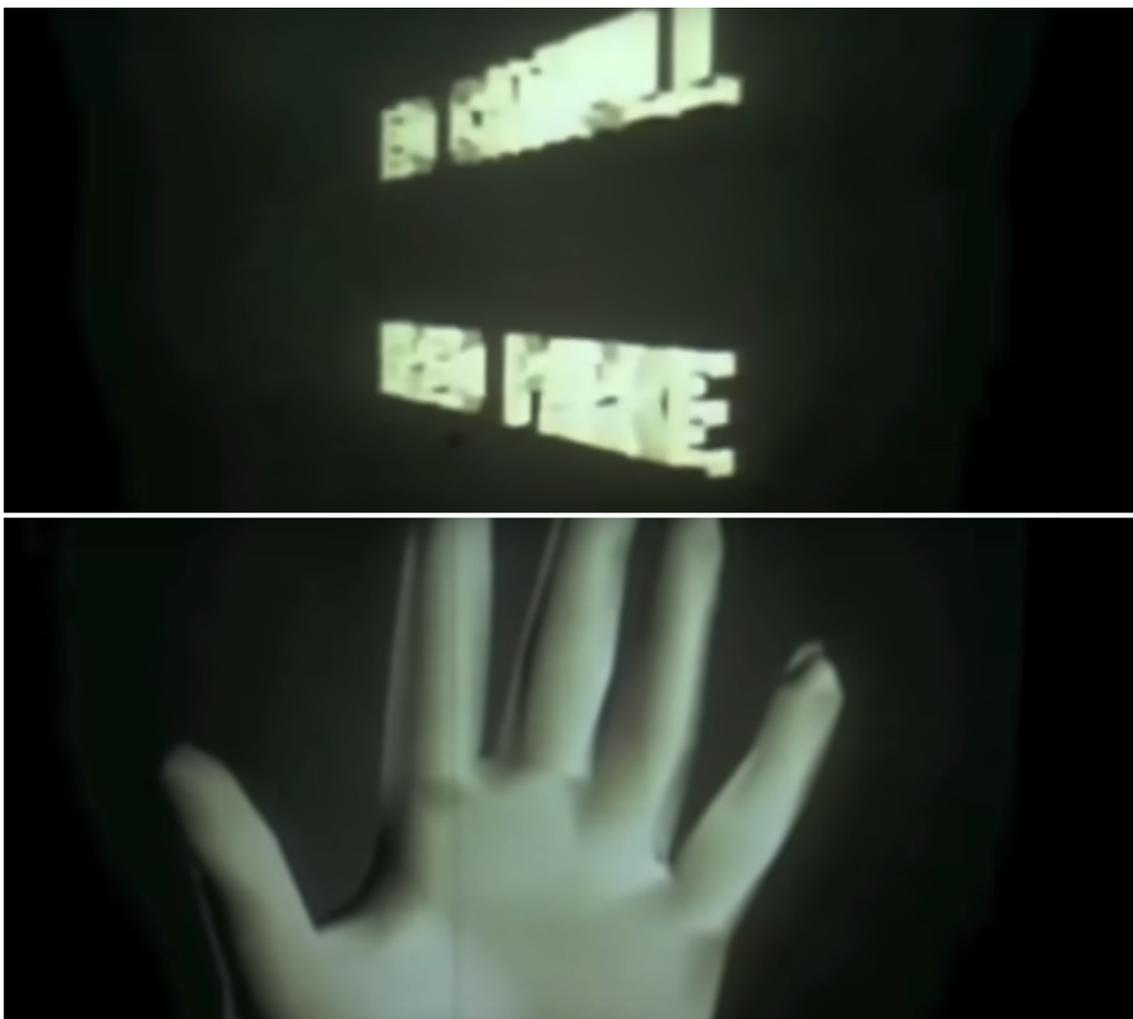
Esto ocurre con herramientas que, desde hace décadas, han tenido un uso concreto y han servido para que la tecnología avance a otro estado en el que se producen mejoras paulatinas de los factores que nos posibilitan, como usuarios, interactuar con la información a diferentes niveles, a imagen y semejanza de cómo se produce esa interacción en el mundo físico. Una especie de mundo espejo, o de universo especular, si se quiere, en el que, a nivel visual, es posible recrear cualquier ambientación posible que podamos imaginar.

Precisamente, el mismo hecho de que todo este conjunto de tecnologías se agrupe nominalmente bajo el concepto de realidad extendida, es una clara alusión a la tentativa de generar un símil de nuestra respuesta con respecto a la concepción del propio fenómeno de la realidad, que ya vienen estudiando otras disciplinas científicas, como la física o la química, o la inteligencia artificial cuando trabaja con el concepto de redes neuronales artificiales.

Igualmente, realizar una representación de una determinada información en un medio inmersivo, o de una serie de conceptos a partir de la simulación de un entorno real, también es un factor que puede contribuir a dar a conocer mejor la percepción que tenemos con respecto a la realidad y, por lo tanto, con los entornos virtuales diseñados en base a esa idea de realidad inmersiva.

La cuestión relativa a esta temática específica se fundamenta, principalmente, en cómo el concepto de realidad extendida ha ido evolucionando en base a la existencia de tecnologías audiovisuales ya implementadas y ampliamente utilizadas en la sociedad (fotografía, cine, etc.) y que han ido evolucionando a partir de la incorporación de tecnologías digitales, tales como los videojuegos o los primeros programas de diseño 3D.

**Figura 1.** Fragmentos de la primera película de animación de la Historia que emplea técnicas de renderizado en 3D, realizada en 1972 por Ed Catmull y Fred Parke, producida en la Universidad de Utah. Los procesos de renderizado en 3D son esenciales en la concepción de lo que hoy en día se conoce como entornos inmersivos 3D y experiencias de realidad virtual. Fuente: Catmull & Parke (1972).



Se podría argumentar, que los primeros programas de diseño 3D elaborados a mediados de los 90, partieron de esa idea, y que la noción del diseño 3D para cualquier tipo de aplicación (diseño de interiores, videojuegos, producciones audiovisuales, etc.) era una de las primeras aproximaciones realistas a la noción de realidad extendida, aún sin contar con un dispositivo inmersivo como unas gafas (o HMD, o *head-mounted displays*), debido a los costes que suponían para los usuarios.

**Figura 2.** Imagen ilustrativa del sistema de motion pictures inmersivo *Sensorama*, desarrollado por Sutherland en 1959 y patentado en 1962. En la ilustración aparecen ya elementos de correspondencia con una simulación de una realidad, tales y como el 3D o el movimiento, incluyendo la noción de otros aspectos que contribuyen a incrementar el grado de presencia e inmersión, como son el viento, los olores o las propias vibraciones. No obstante, los objetos tridimensionales y el concepto de espacio fueron aspectos fundamentales para el desarrollo futuro de la VR. Fuente: *Sensorama* (1962).



No obstante, independientemente del desarrollo de la tecnología en los años 80 y 90 (Bionica y Lanier, 1992) y de la teorización existente sobre un nuevo tipo de realidad inmersiva cuyo fundamento era el espacio tridimensional, lo cierto es que desde los comienzos del diseño 3D ya se estaba llevando a cabo esa conceptualización sobre cómo podía ser un

potencial entorno de realidad virtual, o aquello que se podía representar en este. La representación pasaba, pues, de un espacio bidimensional a uno tridimensional, y eran precisas las herramientas para dicha transformación y cambio de paradigma.

Otro hito relevante en el diseño de proto-realidades virtuales es el motor de juegos o *game engine*. Este posibilita acciones e interacciones con el medio mediante *triggers*. El hecho de poder conceptualizar un entorno posibilita, a su vez, el diseño de dinámicas, acciones e historias, y permite, además, generar mecánicas y narrativas para configurar una historia de interacción abierta. Así, el motor de juego es una de las herramientas que ha posibilitado y propiciado que la tecnología presente este potencial de desarrollo de dables escenarios en una narrativa.

Por otra parte, también es de interés, desde el punto de vista del diseño de las funciones que ofrece un medio, el desarrollo de lo que denominaríamos una *hiperinteractividad*. Los objetos diseñados en el mundo virtual presentarían un grado generalmente elevado de interactividad que podría provocar que la propia funcionalidad de los objetos decayese, al hacer que muchas de las tareas fuesen más complejas y menos intuitivas.

El hecho de que la tecnología evolucione hacia un mayor grado potencial de interacción con el medio y la información debe contribuir al planteamiento de esta problemática. Tal vez, si es posible el desarrollo de un mundo *hiperinteractivo*, no es estrictamente necesario que se produzca un grado elevado de interactividad con todos los objetos y opciones posibles de ese mundo virtual. Sería, por decir de alguna manera, y bajo nuestra premisa de comprensión actual de la tecnología, demasiado incómodo poder interactuar en un grado elevado con los objetos virtuales, a menos que éstos tengan una función específica.

Diseñamos objetos y mundos a nuestra imagen y semejanza, pero ¿qué ocurriría si empleásemos la realidad extendida para diseñar físicas disruptivas? Es decir, realidades que rompiesen, del modo en el que lo hacen las artes, con la referencia con la propia realidad. Una realidad y similitud en la que los medios anteriores a la emergencia de la realidad extendida (literatura, cine, televisión, videojuegos) han dado lugar y han posibilitado la generación de piezas con un enorme grado de disrupción de la narrativa, de la propia estética visual, o de la relación entre la historia y la percepción del espectador.

Ahora, con la realidad extendida, podemos también realizar una disrupción de las leyes de la física, en un entorno virtual o del propio espacio, además de la propia disrupción en los elementos anteriormente mencionados, como son la narrativa o la estética visual. Y ahora, en el estado actual de la tecnología, la realidad extendida nos ofrece la posibilidad de interactuar con los objetos y la información, y asignarles nuevas funcionalidades, así como representar de un modo novedoso. Y es, precisamente, gracias a tecnologías como los motores de juego, que se está posibilitando la configuración de este tipo de narrativas y el diseño de las interacciones y la conceptualización del espacio, de los contenidos que ahora se pueden enmarcar en el ámbito de la realidad extendida, fundamentalmente desde el punto de vista de la inmersión en un entorno virtual (y la desconexión, en parte, del mundo físico), y de la forma en que se puede interactuar con los diferentes componentes virtuales.

## 2. Contextualización de los Motores de Juego o Game Engines: Desde las Tecnologías 3D hasta el Diseño de Interacciones

El empleo de los motores de juego ha sido estudiado por autores como Thorn (2011), quien plantea los principios del diseño que deben regir este tipo de tecnologías, entre los que se encuentran, fundamentalmente, la simplicidad, la modularidad, el carácter abstracto, denominado *abstractness*, y la reciclabilidad. Estos rasgos son los que determinan la estructura de una tecnología con la función final de diseñar entornos interactivos, en 2D o en 3D, con una capacidad de configurar mecánicas de juego. A este respecto, el diseño de mundos inmersivos e interactivos proviene de nuestra capacidad de implementar el diseño de medios como los videojuegos para combinar ese potencial con el diseño de un entorno o espacio digital.

Este tipo de aproximación también es mencionada por autores como Eberly (2006), que plantea que los principios que tienen que regir la estructura de los *game engines* también tienen su reflejo en la importancia de la variable visual o gráfica, ya que se encuentra directamente relacionada con la narrativa y con las mecánicas.

Por su parte, Ullman et al. (2017) han empleado la tecnología de motor de juego como un elemento para simular y explicar los fenómenos físicos, aproximación de gran interés para el fenómeno de los potenciales empleos de los motores de juego en general, ya que precisamente aboga por el factor de la representación de un fenómeno existente con una tecnología que posibilita esa representación, al igual que previamente la fotografía representaba parte del mundo a través de la imagen.

La cuestión de la arquitectura de los *game engines* ha sido tratada en los estudios llevados a cabo por Anderson et al. (2008) quienes tuvieron en cuenta los elementos esenciales para el diseño de este tipo de tecnologías. A este respecto, realizaron un estudio del diseño de las herramientas de diseño, analizando las propias necesidades existentes en tal contexto y teniendo en cuenta factores ya mencionados, como el propio entorno 3D (directamente derivado del diseño 3D) y las acciones e interacciones que contribuyen a determinar esa estructura.

Recientemente, estudios como los de Sharif y Ameen (2021) realizan una evaluación de los rasgos que deben tener los *game engines* para tratar de implementar su empleo en el diseño de *serious games* con fines educativos. De este modo, su existencia heurística, tal y como propone Marizu (2015), sería uno de los rasgos que tienen que definir la propia arquitectura de los *game engines*. Ello teniendo en cuenta su funcionalidad y su finalidad, y considerando que existen múltiples modos de diseñar simulaciones interactivas de la realidad, tal como sucede con otros medios como el cine o los videojuegos, que también son aproximaciones a esta realidad. La realidad extendida supone un hito relevante en la evolución de medios pues involucra tanto experiencias con diferentes sentidos como modelos de interacción con los objetos y personajes que componen el medio.

## 3. Los Motores de Juego como Herramienta de Prototipado y Producción de Contenidos en Realidad Extendida

Uno de los factores más relevantes, relacionados, precisamente, con la implementación de

los motores de juego en los procesos de desarrollo de entornos 3D, inmersivos, e interactivos, es la cuestión relacionada con la creación de contenido multimedia en otros ámbitos. A lo largo de las últimas décadas, y en el contexto del proceso creciente de digitalización, se ha ido paulatinamente incrementando el grado de inmersión, por una parte, y de interacción con el medio, de otra, transformando también el espectro de posibilidades narrativas al respecto, y, por ende, en la diversificación a la hora de crear de contenidos.

Uno de los factores fundamentales relevantes en un entorno inmersivo 3D, a imagen y semejanza de la propia realidad, y con un grado de interacción determinado, es el hecho de que la acción se focaliza en modo de primera persona de manera que todas las acciones que se llevan a cabo en el entorno-historia implican una ruptura física de la cuarta pared. Así el espectador-usuario se encuentra en el entorno de manera virtual a través del fenómeno de la presencia visual y auditiva.

Existiría, de este modo, y esto es imprescindible en el diseño tanto de experiencias en realidad extendida como en realidad virtual, una suerte de ruptura narrativa con la cuarta pared, que sería completa en el caso de las experiencias interactivas. En el caso de los vídeos 360, esa cuarta pared sí estaría presente cuando el usuario-espectador no forma parte de la trama de la historia, y por otro, por consecuencia, no puede interactuar directamente con los elementos.

Estos factores deben ser tenidos en cuenta en el desarrollo de entornos, ya que los *game engines* sirven para crear entornos, no solamente juegos. Los trabajos de Trenholme y Smith (2008) o De Chiara et al. (2007) ya inciden en esta idea, señalando la noción de la primera persona y del posicionamiento de esta como una de las variables a tener en cuenta para el desarrollo de entornos 3D, por lo que es fundamental plantearlo como punto de partida en el diseño y prototipado de una experiencia en realidad virtual.

El componente de la interacción plantea además la preocupación por el desarrollo de una realidad virtual que se aproxime, cada vez más, a las funciones y tareas que desempeñamos en el mundo físico, en este proceso de analogía con la realidad, y teniendo en cuenta problemáticas antes mencionadas como la *hiperinteractividad*. En esta línea, Reitmayr y Schmalstieg (2001), desarrollaron a principios de la década de los 2000 una arquitectura de software denominada *OpenTracker*, basada en el flujo de datos y en los *inputs* y *outputs* del propio sistema, y cuyo planteamiento principal era contribuir a la estandarización del desarrollo de aplicaciones en este medio. Hurst y Helder (2011), por su parte, plantearon también la dificultad de diseñar interacciones también en este mismo medio, especialmente con los objetos, y en particular, también, a través de dispositivos móviles, que serían uno de los múltiples hardware que ofrecerían acceso a la información en esa realidad extendida interactiva y potencialmente inmersiva.

No obstante, esta dificultad en el propio diseño de interacciones, teniendo en cuenta la variabilidad de tipologías de dispositivos para acceder a la información, a pesar de las múltiples soluciones por las que se está optando, viene presentándose hasta nuestros días, y no tiene una única solución. De hecho, desde los años 80 del siglo XX vienen proponiéndose diferentes soluciones a este fenómeno tan complejo de la interacción, concordantes con la función que tenga la aplicación y el propio objeto virtual, y su encaje en la narrativa interna.

Numerosos autores han analizado el fenómeno desde distintas áreas y aplicaciones: Goulding et al. (2012), en el campo de la producción industrial, Burdea (1999), en el de la interacción háptica, Hannema (2001), desde el punto de vista de la arquitectura de la información y de la problemática de la interacción en entornos virtuales, o Schroeder et al. (2001), desde el punto de vista de la interacción social y espacial.

Las aplicaciones de los *game engines* en la creación de entornos 3D *virtualizables* no termina ahí, sino que abarca potencialmente un campo cada vez mayor de áreas de estudio. Esto ocurre particularmente en la década de los 2000, en los que no existía una implementación social de la realidad virtual, o, al menos, dispositivos accesibles a un público generalista, lo que limitaba el acceso a experiencias inmersivas, tanto técnicamente como en su implementación social.

Así, Moloney y Amor (2003) desarrollaron *StringCVE* en la Universidad de Auckland con el fin de implementarlo para funciones arquitectónicas. En la misma década, Jacobson y Lewis (2005) desarrollaron *CaveUT*, un proyecto de código abierto que emplea tecnología de motores de juego para crear entornos virtuales e inmersivos, con el que plantearon la necesidad de hacer la tecnología de realidad virtual accesible a un número potencialmente creciente de personas. Stock et al. (2005), por su parte, emplearon los *game engines* para desarrollar espacios virtuales destinados a representar datos espaciales.

Años después, Bishop y Stock (2010) emplearían las tecnologías de *game engine* para desarrollar entornos virtuales con aplicabilidad en el ámbito de la energía renovable, especialmente la eólica. Y es que, una de las cuestiones fundamentales a tratar es el potencial de prototipado y de diferentes grados de simulación de un evento proyectado, o de una interacción con un entorno que se encuentra en proceso de diseño. Wyeld et al. (2007), por su parte, emplearon en sus investigaciones sobre narrativa del patrimonio el motor de juegos *Torque Game Engine*, en un contexto en el que el uso de tales tecnologías de motores de juego es una herramienta que se emplea de forma generalizada en el contexto de reconstrucción, divulgación y representación del patrimonio cultural, incluso aquel que se considera como inmaterial y se encuentra en forma de narrativa o *storytelling*.

Por su parte, Westhoven y Alexander (2015), propusieron un proceso estructurado de elección del motor de juegos para la elaboración de experiencias y contenidos en realidad virtual, dependiendo su naturaleza y su idiosincrasia, argumentando el enorme grado de complejidad y diversidad tecnológica existente en el contexto tecnológico actual.

Actualmente nos encontramos estudiando cómo y de qué maneras se producen ese tipo de interacciones con el medio y la información digitales, y existen tantos potenciales diseños de interacciones como necesidades o fines, lo que hace más complejo, si cabe, el ecosistema de desarrollo de contenidos en realidad extendida. No obstante, en contrapartida, nos existe un enorme espectro de posibilidades en lo que a desarrollo de tipos de contenidos se refiere, y eso supone una gran oportunidad para investigar.

A medida que avanza la tecnología y aplicamos técnicas e implementamos procedimientos y conceptos, en un proceso iterativo de ensayo-error, se hace necesario, más que nunca,

analizar el camino que nos ha llevado al contexto actual en el que entendemos la realidad extendida como tal. Además, también conocer cuáles han sido los componentes que han contribuido a dar la forma en la que aspiramos a desarrollar un mundo digital (o varios mundos) a nuestra imagen y semejanza, o a la de nuestros anhelos, sueños, temores o imaginarios.

**Figura 6.** Fragmento de la interfaz del game engine de código abierto *Open 3D Engine*. El motor de juegos emplea la estructura estandarizada de motor de juegos 3D, proveniente del desarrollo de entornos, objetos, acciones, etc. ya implementado a lo largo de la historia evolutiva de los motores de juego, paralela a la de la creación de objetos 3D per se y la propia realidad virtual. Fuente: o3de.org



#### 4. Las Proto-Realidades Extendidas: Entornos 3D y su Evolución hasta la implementación de la Realidad Extendida.

Normalmente se habla de la realidad aumentada, la realidad virtual, los *protometaversos* (como *Second Life*) y hasta los videojuegos, como partes de un todo que forma parte del estado actual de la cuestión tecnológica caracterizada por la evolución de los medios y su hibridación. Esto suele ir acompañado, además, de otros conceptos asociados al ámbito de esta serie de tecnologías, en la medida en que la realidad extendida o el metaverso son potencialmente jugables, o que un entorno tridimensional tiene un elevado grado de componente arquitectónica.

Así, y en esta línea argumental, por ejemplo, los planos arquitectónicos y las infografías 3D que se han empleado en este sector ya vienen siendo, desde antes de la implementación generalizada de la realidad virtual en nuestras sociedades, y del uso cotidiano del término de realidad extendida, una suerte de proyecciones que tenían implícito los términos realidad virtual y realidad aumentada y, si se quiere, realidad extendida. Técnicamente, la realidad extendida, y más concretamente, la realidad virtual, es una directa derivada de todas las tecnologías que previamente se habían generado en diferentes contextos y con diversas aplicaciones, aunque la realidad extendida pueda aplicarse en cualquier ámbito y contexto, y, evidentemente, para una infinidad de usos.

También es, por otro lado, una derivada de las necesidades que surgen de generar entornos digitales en los que interactuamos con la información, y de los imaginarios del conjunto de *stakeholders* o agentes que contribuyen en la creación de experiencias en el medio de la realidad extendida, y que contribuyen a hacerlo evolucionar hasta que las interacciones y las historias sean cada vez más complejas. Todo ello en un medio que evoluciona hacia lo que podríamos entender en un futuro como *metaverso*, aunque la definición de este término es todavía compleja, en la medida en que el medio requiere de un mayor grado de evolución, por decir de algún modo, natural.

Si la literatura nos posibilita imaginar mundos, el cine vivir historias, los videoclips descubrir nuevos universos sonoro-visuales, y los videojuegos participar en un relato, la realidad extendida puede, potencialmente, generarnos una presencia en una realidad construida. La realidad extendida es el imaginario de la gente que escribía historias desde que se inventó la escritura, de los pintores que trataban de plasmar la realidad, de idealizarla, o de imaginar nuevos mundos con nuevas gamas cromáticas. También de los cineastas que nos fascinaban y nos siguen fascinando con sus historias posibles e imposibles, de los desarrolladores de videojuegos que han conseguido que, en las últimas décadas, millones de personas se sintieran parte de una historia que estaban contribuyendo a crear. Y es la realidad extendida, en la universalidad de las experiencias, el último hito en este recorrido de la construcción y vivencia de las historias, ya que va a contener potencialmente todas las maneras de que disponemos para relatar historias y generar contenido inmersivo en diferentes niveles y categorías.

Es cierto que, no obstante, si tenemos que considerar los inicios de la realidad virtual, y todas las tecnologías y creaciones que han surgido de forma paralela como un imaginario de esta, podemos irnos a la propia obra de Weinbaum (1935), que ya hablaba de un concepto que podríamos entender hoy en día como el mencionado término de realidad virtual. En este caso, la literatura es el imaginario de una tecnología que potencialmente podría existir, pero que se constituye como el imaginario potencial de todas las, a su vez, historias posibles, y que pueden ser representadas en ese medio. Biocca y Lanier (1992) lo sabían bien, y es por ello por lo que eran conscientes del potencial que presentaba el nuevo medio de la realidad virtual, aunque tardase posteriormente años en ser implementado.

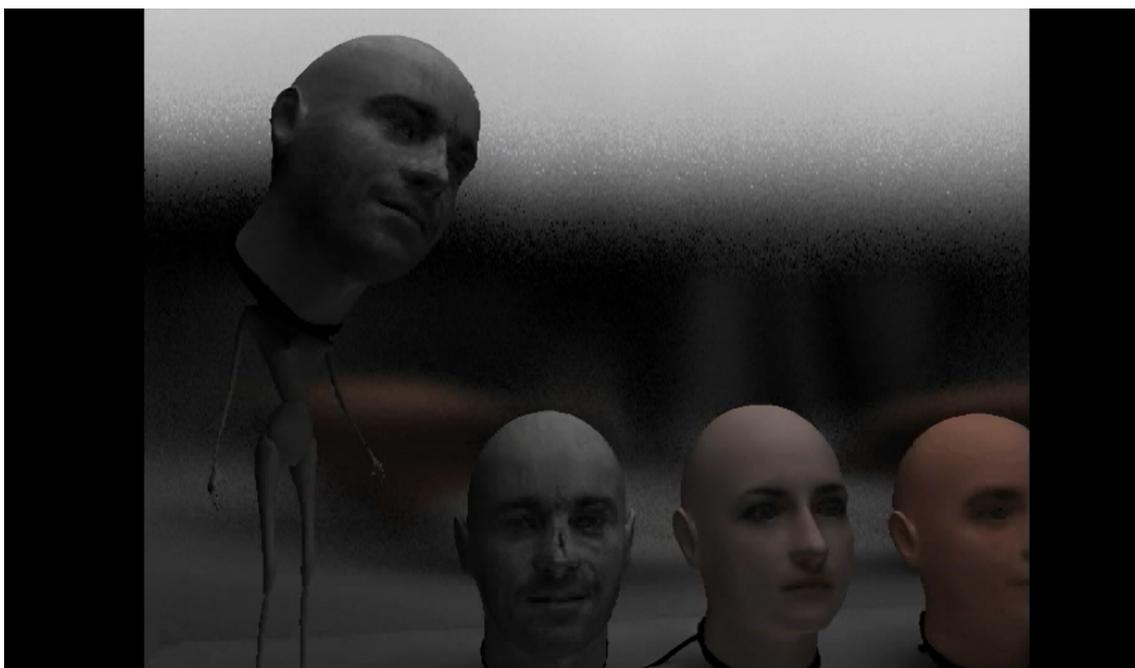
El concepto de virtualidad ha sido igualmente repensado desde el punto de vista de la creación artística y el potencial estético que se puede generar en el nuevo medio, tal y como reflexionan autores como Norton (1972), ya en la década de los 70 con respecto a dicho medio. Así, el concepto que presenta el propio Norton como virtualidad, plantea numerosas similitudes con el potencial creador del artista, y se encuentra en el punto de inflexión en el que el concepto de virtualidad adquiere un enorme grado de potenciales significados, que se van ampliando en el espectro semántico. Potencialmente todo es susceptible de ser virtualizable, la cuestión es, en muchos casos, cómo y para qué.

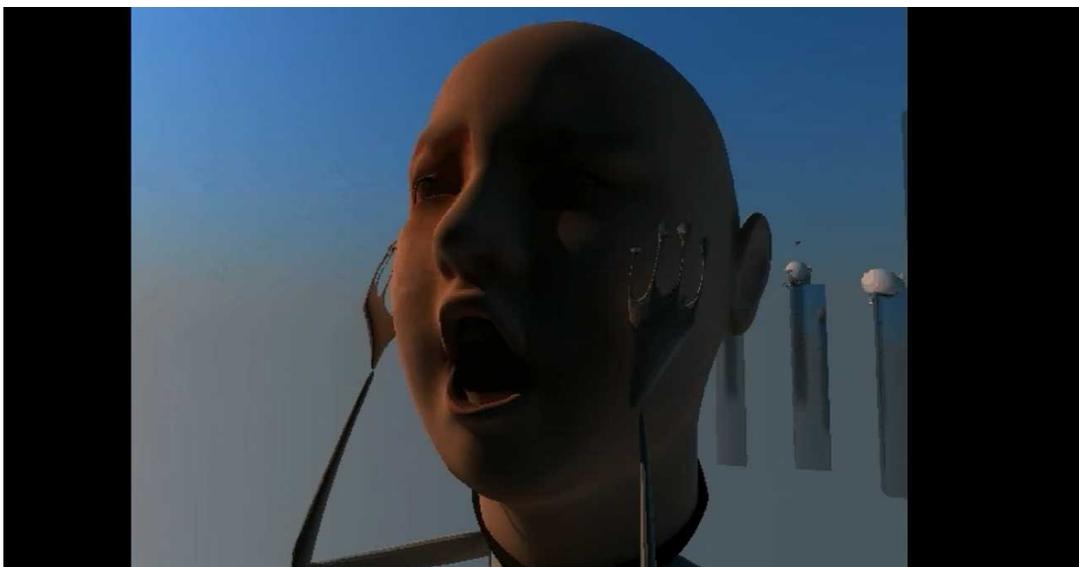
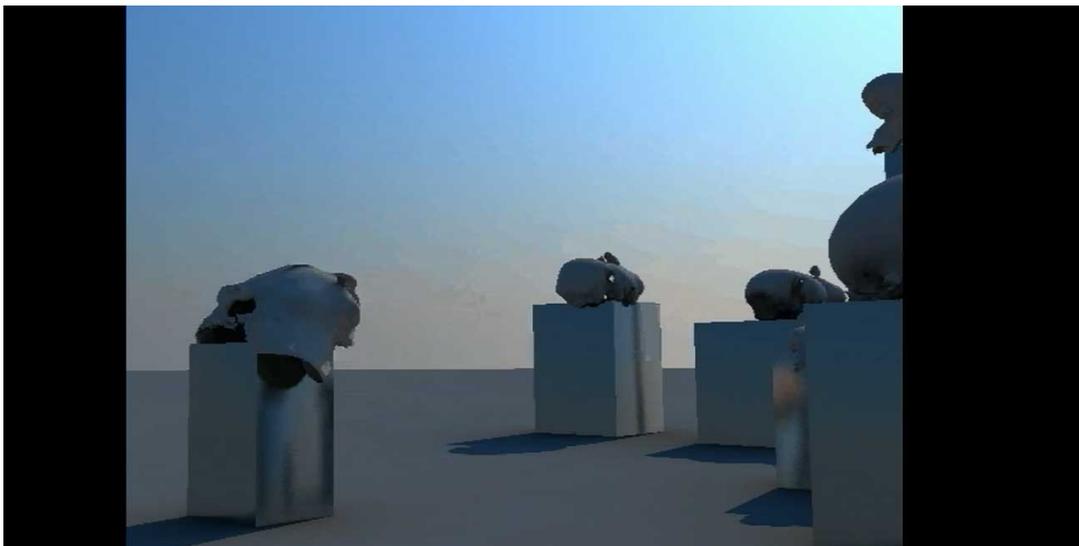
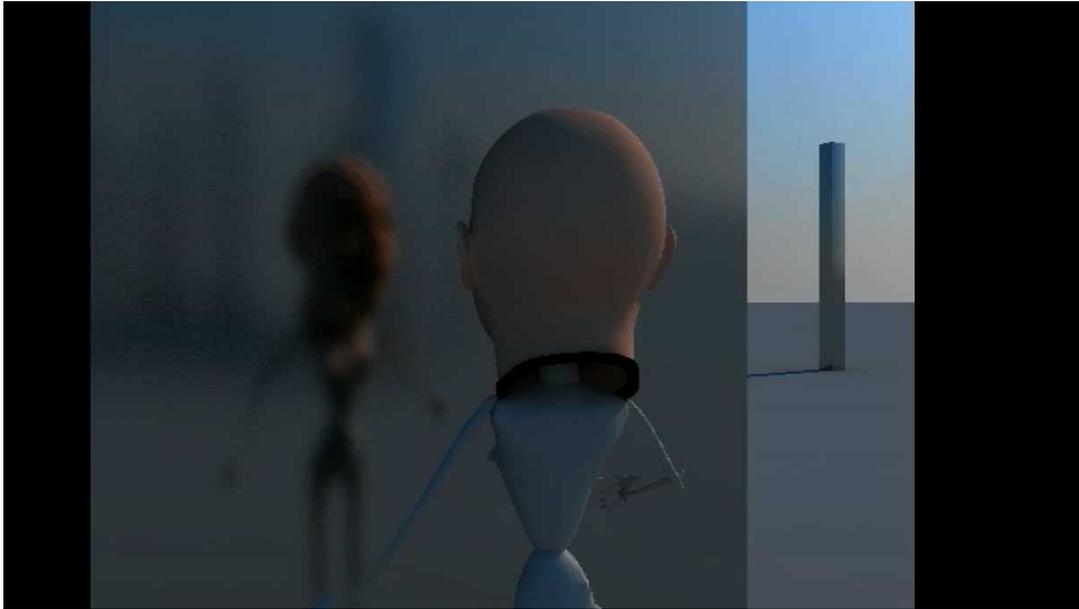
Si bien, ateniéndonos al término, deberíamos llamar realidad virtual a aquella que derivaría del término latino *virtus*, que podría atribuirse al término virtud, pero también aquellas otras acepciones derivadas como voluntad, fuerza, coraje, valentía, etc., según el análisis de au-

tores como Ruiz-Martín (2021), la cuestión es que su significación actual refleja en un grado bastante elevado la referencia de la obra de Weinbaum (1935) en su novela. No obstante, el punto de interés aportado por Ruiz Martín (2021) en el que establece una relación del concepto de realidad virtual con la propia creación artística a lo largo de la historia, muestra que el término derivado es una adaptación moderna de una aceptación que acontecía de numerosos matices de significación.

Hoy, esa derivación ha generado un constructo etimológico de una fase de la tecnología en la que, para acceder a contenidos de manera inmersiva en tiempo real, y con diferentes potenciales niveles de interacción, es preciso el empleo de dispositivos como cascos de realidad virtual o *head-mounted displays* o HMDs. Ni siquiera el término realidad artificial propuesto por Krueger (1983) en los años 80, es exacto, aunque es bastante aproximado, si bien el propio Krueger pone el foco, ya en la descripción, en la interacción entre el humano y la máquina, con lo que contribuiría a continuar asentando los fundamentos de disciplinas análogas como la interacción humano-computadora (HCI) o el diseño de interacciones. Estas, evidentemente, y como han reflejado diferentes estudios académicos (Sutcliffe, 2003, Boletsis et al., 2017, Sutcliffe et al., 2019) son disciplinas de gran importancia en el área del diseño de experiencias y contenidos en realidad virtual, y, por ello potencialmente aplicables al ámbito de la realidad extendida.

**Figura 4.** Secuencia de la animación en 3D *Seele: Psycho Tunnel*, desarrollada, en un principio, para ser visualizada en un entorno de realidad virtual, a modo de película inmersiva, generada con objetos 3D renderizados. La animación es del año 2007, fecha en la que no existía un acceso generalizado a dispositivos de head-mounted display, con lo que se realizó una versión para vídeo convencional. Fuente: Rubio-Tamayo (2007).



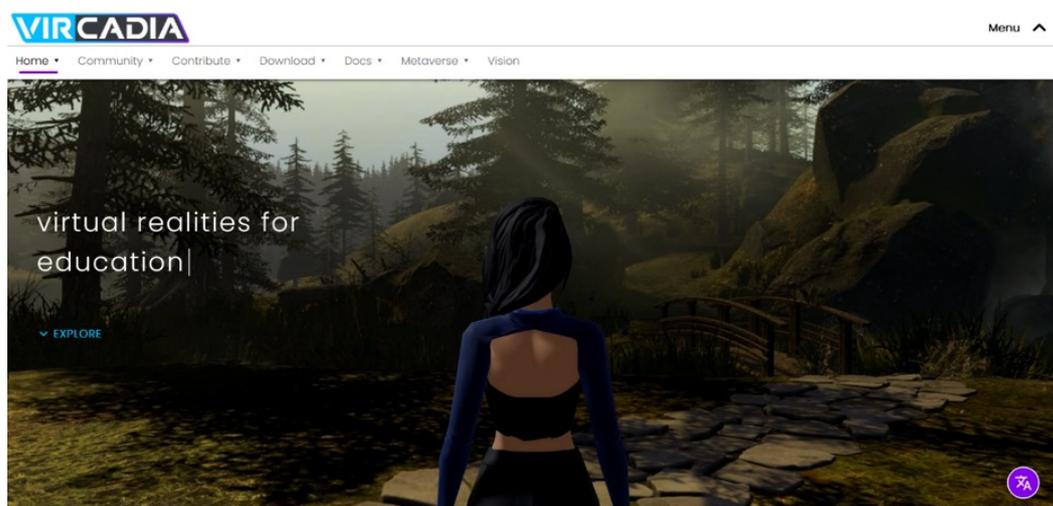
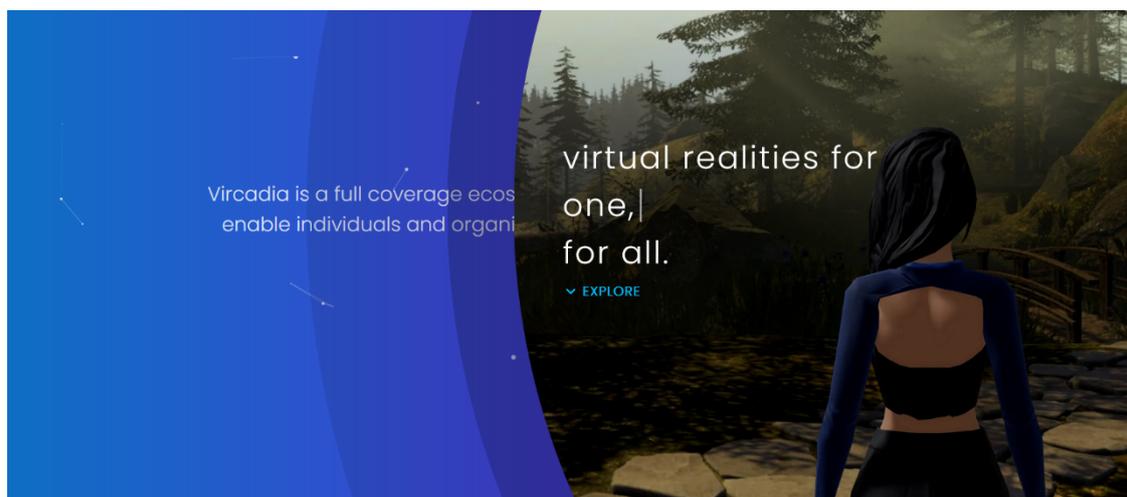


Además, el término realidad artificial de Krueger nos retrotrae potencialmente a cualquier realidad manipulada ad hoc por el ser humano para diferentes fines, incluso a cualquier intervención que potencialmente modifique o altere la realidad *natural* que conforma el mundo físico. Así, al igual que Ruiz-Martin (2021) argumenta el carácter eminentemente virtual de la creación artística, la arquitectura o la transformación del paisaje, sin ir más lejos, podrían encuadrarse dentro de lo que denominaríamos, atendiéndonos a la precisión del término propuesto anteriormente mencionado por Krueger, como realidad artificial, sin que por ello el proceso de migración a un espacio digital estuviese necesariamente presente. Los objetos cotidianos diseñados ad hoc para funciones específicas, serían, en este caso derivados de la realidad artificial proveniente de la propuesta del término delimitado por Krueger en los años 80, y la digitalización no sería sino un hito más en lo que vendría a ser la generación de nuevos entornos. Y de ahí, por ejemplo, la importancia de disciplinas como el diseño, así como de las artes visuales o la ingeniería; aunque la interdisciplinariedad de los diferentes ámbitos plantea la intervención de prácticamente cualquier potencial ámbito del conocimiento.

Otras definiciones también han sido propuestas en ese ámbito, teniendo en cuenta tanto la idiosincrasia del estado de la cuestión tecnológica presente en cada momento, como los rasgos que definen al propio medio. Es, de este modo, que Rubio-Tamayo et al. (2017) incluyen el término *ASA reality (artificial, simulated and alternate reality)* -realidad artificial, simulada y alterna- para tratar de describir con un mayor grado de precisión los fenómenos asociados al campo de la realidad virtual y que incluían factores como la simulación, la inmersión, y un determinado grado de interacción, descrito en posteriores estudios en los que el análisis de estas características se encuentra presente y son necesarias para describir la realidad.

De este modo, uno de los aspectos que definen los rasgos de las experiencias y entornos digitales que estamos recreando en el contexto actual de la realidad extendida (y de lo que vendría a evolucionar como metaverso), es la propia artificialidad de esta. Por razones obvias, esta no se encuentra en la propia naturaleza, al igual que tampoco encontramos el Coliseo Romano, por poner un ejemplo, en ella, aunque esté en el espacio físico. Ni tampoco los elementos artificiales toman elementos de la naturaleza como inspiración o como soluciones técnicas, en lo que vendría a denominarse biónica, o incluso, la biomimética.

**Figura 5.** Interfaz de acceso a la plataforma *open source* para el desarrollo de metaversos *Vircadia*. La evolución de la realidad virtual y la necesidad de un acceso libre y de procedimientos cada vez más estandarizados e intuitivos para la comunidad, ha propiciado la emergencia de este tipo de plataformas, con aplicación en la educación y en la investigación, así como en nuevas experiencias derivadas del audiovisual, de la creación artística (ahora, también, de carácter inmersivo), y de la simulación, entre otros. La plataforma mantiene el procedimiento de desarrollo que viene siendo implementado en los game engines. Fuente: [vircadia.com](http://vircadia.com)



Una de las cuestiones de interés a este respecto es ¿existe una biónica, o una biomimética virtuales? ¿Qué soluciones aportan, con respecto a los objetos artificiales diseñados por la mano del ser humano, que se encuentran en el espacio físico? Seguramente la propia similitud del espacio virtual, tanto en muchas de sus formas, como de sus funciones, -y aunque sea necesario realizar estudios al respecto-, nos dé una pista de la medida en que es posible realizar un mundo virtual, una realidad extendida, o un metaverso usable, con muchas de las funciones ergonómicas adoptadas de la propia naturaleza, o como una simulación, en muchos casos, pero no siempre, de la misma.

En otros casos, incluso, y antes de que lo fuese el arte, la música u otras expresiones artísticas, como las artes visuales, ese metaverso, esa realidad extendida, es, potencialmente, además de su similitud con la naturaleza en algunas de las soluciones o las referencias que aportaba, un entorno de potencial hiperrealidad, en el que se generan latentemente estímulos supernormales, como ya afirmaban Costa y Corazza (2006) que se producían en el ámbito de las artes visuales ¿Pueden ser la actual realidad extendida y el futuro

metaverso un hito más en la evolución de la hiperrealidad, como uno, pero no el único, de sus potenciales rasgos? ¿Pueden ser la realidad extendida y el futuro metaverso hitos que contribuyan, en cierto modo, a ampliar el rango y la intensidad de los denominados estímulos supernormales?

Los estudios en base a los denominados estímulos supernormales fueron llevados a cabo en la década de los años 50 por científicos como Tinbergen (1951), junto con Konrad Lorenz (Barrett, 2010). Posteriormente se realizaron numerosos estudios con respecto a la temática, Staddon (1975), aplica el concepto de los estímulos supernormales al ámbito de la interacción de las personas con la tecnología y el enfoque cognitivo (Ward, 2013, Barrett, 2015), visión, como tal, ligada a la idea de hiperrealidad previamente mencionada. Autores como Woolley (1993) plantean, a su vez, en la década de los 90, ese concepto de hiperrealidad a los mundos virtuales, idea que sería retomada por autores como Tiffin y Terashima (2001), Rodaway (2005), o Barroso (2019), con diferentes enfoques.

Sea como sea, la visión, precisamente, de las artes visuales aportada por Costa y Corazza (2006) en base a su consideración como estímulos supernormales plantea un especial interés con respecto al potencial de evolución de la realidad extendida en relación, también a la percepción de la información por parte de nuestros sentidos, y de cómo construimos este universo que nos depara, y que evolucionaría hacia un eventual metaverso. De este modo, la realidad extendida, como tecnología y medio actuales, presenta el potencial de conformarse como un hito en la generación de este tipo de estímulos, transformando de manera exponencial la forma en que percibimos el mundo, aunque será necesario realizar estudios en el futuro para ver cómo se produce esa transformación.

## 5. Conclusiones

La realidad extendida, y la realidad virtual inmersiva como parte de este medio y de los elementos que contribuirán a la futura construcción del denominado metaverso, es un conjunto de aproximaciones y conceptos que se venían produciendo de manera previa a la digitalización.

La artificialidad del objeto o el paisaje transformado, desde que el ser humano tiene la capacidad de modificar la naturaleza, hasta el propio concepto de realidad, o de simulación, se constituyen como los componentes que contribuyen a conformar y construir tanto técnica como etimológicamente la idea de la realidad extendida. Además, son, en gran medida los que irán dando forma al denominado metaverso, y cuya configuración definitiva aún desconocemos.

La comprensión de la evolución de estos conceptos se hace más complicada sin el previo conocimiento de los hitos o los componentes del puzle que la conforman, siendo así el espacio, la narrativa, los objetos 3D con una función determinada, la forma en que interactuamos con el entorno, o los sentidos con los que percibimos las nuevas realidades artificiales que construimos en el mundo digital.

Para la comprensión de la proyección de este campo es fundamental conocer también el funcionamiento de nuestra propia realidad física, la cual se constituye como un campo de

estudio que aporta una gran cantidad de información imprescindible para avanzar en el desarrollo del medio de la realidad extendida. Al igual que la ciencia es fundamental y es el medio de acceso al conocimiento de nuestra realidad física, este conocimiento científico es aplicable al medio de la realidad extendida. No se puede entender la realidad extendida, y su evolución, sin la comprensión de ciencias tan fundamentales como la física, para el desarrollo de unas leyes físicas en los mundos virtuales, la ergonomía, para adaptar el medio a nuestros mecanismos de interacción con el entorno, o las ciencias sociales, para desarrollar experiencias extendidas en las que puedan participar diferentes usuarios en tiempo real, y con el mayor grado de eficiencia posible.

La realidad extendida como medio nos permite prever cómo, en un futuro, también sabremos más sobre nosotros/as mismo/as, ya que ésta ofrece también un contexto de acceso a la información, de modo multisensorial y, de carácter simulativo, lo que ayudará a representar de manera inédita conceptos y nociones desde diferentes perspectivas, así como nuevas posibilidades a nivel narrativo. Hasta la fecha, no existe un medio tan complejo y con tantas posibilidades y variables de representación de un mismo fenómeno asociado a la construcción conceptual humana que la realidad extendida, ya que esta supone una derivada a nivel complejo de términos que, con la evolución de la tecnología, se han encontrado con limitaciones en lo que en cuestiones etimológicas se refiere. Y el hecho de encontrar una serie de palabras que defina el constructo de una realidad de carácter artificial generada por medios digitales, se aventura sumamente compleja, debido a la evolución de la propia tecnología y, por tanto, de las piezas que componen su significado.

La evolución de la realidad extendida dependerá de muchos factores, y probablemente se constituya como la antesala de un nuevo “medio definitivo”, hibridando la frontera entre medio y realidad. La contribución de la ciencia será, en este caso, fundamental, y la aportación de la realidad extendida a la propia ciencia a través de fenómenos como la representación de fenómenos o la divulgación de contenidos no harán sino retroalimentar este factor de evolución del binomio ciencia-tecnología, con la inestimable contribución de las artes y la creación.

El alcance de esta fase de la tecnología de realidad extendida ha sido posible también impulsado por la tecnología de los motores de juego y el potencial de conceptualización y prototipado de simulación de realidades. En primera instancia, de espacios 3D y luego, posteriormente, en un proceso de evolución natural en un paulatino incremento de las variables de la interactividad y la inmersividad, que es la realidad extendida. Es precisamente esta evolución de la realidad virtual, tal y como la conocemos ahora, y tal cómo se proyecta su desarrollo hacia el metaverso, la que no se puede entender sin el propio concepto de diseño 3D, y, por ende, sin la interactividad y el potencial de conceptualización del espacio que ofrecen los game engines 3D y su forma de simular de forma esquemática diferentes rasgos de lo que entendemos como nuestra propia realidad.

## 6. Referencias bibliográficas

Anderson, E. F., Engel, S., Comminos, P., & McLoughlin, L. (2008, November). *The case for research in game engine architecture*. In Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share (pp. 228-231). <https://doi.org/10.1145/1496984.1497031>

- Barrett, D. (2010). *Supernormal stimuli: How primal urges overran their evolutionary purpose*. WW Norton & Company. <https://bit.ly/3g7qy3j>
- Barroso, P. (2019). Hyperreality and virtual worlds: when the virtual is real. *Sphera Publica*, 2(19), 36-58. <https://bit.ly/3rP69m7>
- Barrett, D. (2015). Supernormal Stimuli in the Media. En J. Barkow (Ed.), *Internet, film, news, gossip: an evolutionary perspective on the media*. Oxford University Press. <https://bit.ly/3g4YTQa>
- Boletsis, C., Cedergren, J. E., & Kongsvik, S. (2017). *HCI research in virtual reality: A discussion of problem-solving*. In International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction, IHCI 2017, Portugal, 21–23 July 2017. <https://bit.ly/3VA2d6q>
- Biocca, F., & Lanier, J. (1992). An insider's view of the future of virtual reality. *Journal of communication*, 42(2), 156-157. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00816.x>
- Bishop, I. D., & Stock, C. (2010). Using collaborative virtual environments to plan wind energy installations. *Renewable energy*, 35(10), 2348-2355. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.04.003>
- Burdea, G. C. (1999, June). Haptic feedback for virtual reality. In Proceedings of International Workshop on Virtual prototyping (pp. 87-96). <https://bit.ly/3g3tvBP>
- Costa, M., & Corazza, L. (2006). Aesthetic phenomena as supernormal stimuli: The case of eye, lip, and lower-face size and roundness in artistic portraits. *Perception*, 35(2), 229-246. <https://doi.org/10.1068/p3449>
- De Chiara, R., Di Santo, V., Erra, U., & Scarano, V. (2007). *Real Positioning in Virtual Environments Using Game Engines*. In Eurographics Italian chapter conference (pp. 203-208). <http://dx.doi.org/10.2312/LocalChapterEvents/ItalChap/ItalianChapConf2007/203-208>
- Eberly, D. (2006). *3D game engine design: a practical approach to real-time computer graphics*. CRC Press. <https://bit.ly/3TgUWWZ>
- Fox-Przeworski, J. (1990). Information and communication technologies: are there urban policy concerns?. *NETCOM: Réseaux, communication et territoires/Networks and communication studies*, 4(1), 188-211. <https://bit.ly/3yCAiJ6>
- Goulding, J., Nadim, W., Petridis, P., & Alshawi, M. (2012). Construction industry offsite production: A virtual reality interactive training environment prototype. *Advanced Engineering Informatics*, 26(1), 103-116. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.09.004>
- Hannema, D. (2001). *Interaction in virtual reality*. [Doctoral's Thesis, Universiteit van Amsterdam]. <https://bit.ly/3CRIWqQ>
- Hürst, W., & Helder, M. (2011, November). *Mobile 3D graphics and virtual reality interaction*. In Proceedings of the 8th international conference on advances in computer entertainment technology (pp. 1-8). <https://doi.org/10.1145/2071423.2071458>
- Jacobson, J., & Lewis, M. (2005). Game engine virtual reality with CaveUT. *Computer*, 38(4), 79-82. <https://bit.ly/3g5LRCb>
- Krueger, M. W. (1983). *Artificial reality*. Addison-Wesley Professional.
- Marizu, O. (2015). *Mobile Game Usability and Heuristics*. [Bachelor's Thesis, Kymenlaakso University of Applied Sciences]. Theseus. <https://bit.ly/3TjNTwG>
- Moloney, J., & Amor, R. (2003, September). *StringCVE: Advances in a game engine-based collaborative virtual environment for architectural design*. In Proceedings of CONVR 2003 conference on construction applications of virtual reality (pp. 156-168). <https://bit.ly/3T0tWv8>
- Norton, R. (1972). What is virtuality?. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 30(4), 499-505. <https://doi.org/10.2307/429465>

- Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2001, November). *An open software architecture for virtual reality interaction*. In Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology (pp. 47-54). <https://doi.org/10.1145/505008.505018>
- Rodaway, P. (2005). Exploring the subject in hyper-reality. En S. Pile & N. Thrift (Eds.) *Mapping the Subject*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203976012>
- Rogers, E. M. (1986). *Communication technology. The New Media in Society*. Simon and Schuster. <https://bit.ly/3rPypov>
- Rubio-Tamayo, J. L., Gertrudix Barrio, M., & García García, F. (2017). Immersive environments and virtual reality: Systematic review and advances in communication, interaction and simulation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(4), 21. <https://doi.org/10.3390/mti1040021>
- Ruiz-Martín, J. M. (2021). Las virtualidades del arte (o cómo el arte es, ante todo, virtual). *Artnodes*, (27). <https://doi.org/10.7238/a.v0i27.373919>
- Schroeder, R., Huxor, A., & Smith, A. (2001). Activeworlds: geography and social interaction in virtual reality. *Futures*, 33(7), 569-587. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(01\)00002-7](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(01)00002-7)
- Sharif, K. H., & Ameen, S. Y. (2021, September). *Game Engines Evaluation for Serious Game Development in Education*. In 2021 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM) (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.23919/SoftCOM52868.2021.9559053>
- Staddon, J. E. R. (1975). A note on the evolutionary significance of "supernormal" stimuli. *The American Naturalist*, 109(969), 541-545. <https://doi.org/10.1086/283025>
- Stock, C., Bishop, I. D., & O'Connor, A. (2005, May). *Generating virtual environments by linking spatial data processing with a gaming engine*. In Proceedings 6th International Conference for Information Technologies in Landscape Architecture, Dessau, Germany. <https://bit.ly/3CUDPVE>
- Sutcliffe, A. G., Poullis, C., Gregoriades, A., Katsouri, I., Tzanavari, A., & Herakleous, K. (2019). Reflecting on the design process for virtual reality applications. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(2), 168-179. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1443898>
- Sutcliffe, A. (2003). *Multimedia and virtual reality: designing multisensory user interfaces*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781410607157>
- Tiffin, J., & Terashima, N. (2001). *Hyperreality: Paradigm for the third millenium*. Psychology Press. <https://bit.ly/3yC0W4O>
- Tinbergen, N. (1951). *The Study of Instinct*. Clarendon Press/Oxford University Press.
- Trenholme, D., & Smith, S. P. (2008). Computer game engines for developing first-person virtual environments. *Virtual reality*, 12(3), 181-187. <https://doi.org/10.1007/s10055-008-0092-z>
- Thorn, A. (2011). *Game engine design and implementation*. Jones & Bartlett Publishers. <https://bit.ly/3emBZDK>
- Ullman, T. D., Spelke, E., Battaglia, P., & Tenenbaum, J. B. (2017). Mind games: Game engines as an architecture for intuitive physics. *Trends in cognitive sciences*, 21(9), 649-665. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.012>
- Ward, A. F. (2013). Supernormal: How the Internet is changing our memories and our minds. *Psychological Inquiry*, 24(4), 341-348. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2013.850148>
- Watanabe, T. (1980). Visual communication technology: Priorities for the 1980s. *Telecommunications Policy*, 4(4), 287-294. [https://doi.org/10.1016/0308-5961\(80\)90045-2](https://doi.org/10.1016/0308-5961(80)90045-2)

- Weinbaum, S. G. (1935). *Pygmalion's spectacles*. Simon and Schuster.
- Westhoven, M., & Alexander, T. (2015, August). Towards a structured selection of game engines for virtual environments. In International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality (pp. 142-152). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4_16)
- Woolley, B. (1993). *Virtual worlds: A journey in hype and hyperreality*. Benjamin Woolley. <https://bit.ly/3CQdojT>
- Wyeld, T. G., Carroll, J., Gibbons, C., Ledwich, B., Leavy, B., Hills, J., & Docherty, M. (2007). Doing cultural heritage using the Torque Game Engine: supporting indigenous storytelling in a 3D virtual environment. *International Journal of Architectural Computing*, 5(2), 417-435. <https://doi.org/10.1260/1478-0771.5.2.418>

### José Luis Rubio-Tamayo

Profesor de la Facultad de Comunicación de la Universidad Rey Juan Carlos. Es también el coordinador del Aula Agencia de la Facultad de Ciencias de la Comunicación. Es doctor por la Universidad Complutense de Madrid, y Licenciado en Bellas Artes por esa misma universidad. Es también miembro del grupo de investigación Ciberimaginario, habiendo participado en diferentes proyectos de investigación. Ha impartido docencia también en otras universidades, como la UNED o la UCM, así como en la Universidade do Porto y en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Oulu (OAMK, Finlandia), entre otras. Tiene también un Máster en Ingeniería de Medios por la Universidad de Poitiers (Francia).

### Alejandro Carbonell-Alcocer

Personal Investigador Predoctoral Programa Propio 2020 (Universidad Rey Juan Carlos), a tiempo completo del Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad. Miembro del Grupo de Innovación Docente en Comunicación, Tecnologías Digitales y Educación Abierta y del grupo de investigación consolidado Ciberimaginario en la Universidad Rey Juan Carlos. Máster en Formación del Profesorado en la especialidad de procesos y comunicación audiovisual, y graduado en Comunicación Audiovisual. Especializado en la planificación y desarrollo de proyectos de comunicación digital y periodísticos, interactivos y multimedia y gestión técnico-creativa de proyectos de investigación nacionales e internacionales.

### Manuel Gertrudix

Profesor Titular de Comunicación Digital de la Universidad Rey Juan Carlos, coordinador del grupo de investigación Ciberimaginario, y coeditor de la revista científica Icono 14. Especialista en comunicación y en formación digital, ha sido IP de 8 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales y ha participado en más de 20. Tiene una extensa producción científica con más de 110 publicaciones entre artículos de investigación, capítulos de libros y monografías. Es director académico del Máster de investigación periodística, nuevas narrativas, datos, fact-checking y transparencia de URJC-Fundación Maldita.