



Bombas Gens. Fuente: «Dalí Cibernètic» Valencia marzo de 2024_Bombas Gens.

HIBRIDACIÓN DEL METAVERSO EN LOS MUSEOS. LA TECNOLOGÍA DE INTERACTIVIDAD COMO CANAL DE INMERSIÓN EN LA CULTURA

*HYBRIDIZATION OF THE METAVERSE IN MUSEUMS.
INTERACTIVITY TECHNOLOGY AS A CHANNEL
FOR IMMERSION IN CULTURE*

Vicente Jover Peris
Universitat Politècnica de València

Silvia Sempere Ripoll
Universitat Politècnica de València

Resumen El metaverso (mv) es una mezcla de realidad física y digital facilitada por tecnologías avanzadas, específicamente de realidad virtual (rv) y realidad aumentada (ra). Las primeras experiencias llevadas a cabo por Museos como el Louvre (Francia), el British Museum (Reino Unido), el The Met (Estados Unidos) o Bombas Gens (España), están poniendo de manifiesto las posibilidades que ofrece el mv para mejorar la experiencia del visitante, dinamizar sus contenidos, flexibilizar el acceso y preservar su patrimonio cultural. La llegada de dispositivos electrónicos de rv, junto con los portales de mv Online, amplía las vías de divulgación y creación de contenidos para diferentes ámbitos, incluido el del arte. En este artículo se dan a conocer las herramientas tecnológicas más avanzadas que, en este momento, se están poniendo al servicio de los museos. El carácter sostenible del mv se justifica con la desaparición de las barreras físicas. La gestión de las colecciones de arte ha dejado de tener límites. En el apartado metodológico se describen las tecnologías aplicadas al proyecto del Museo Virtual Igor Issacovitch, dirigido y comisariado por Mudit.org y realizado por Rendersim. Es necesario, por tanto, conocer la potencialidad de estas tecnologías al servicio de la cultura, puesto que, de la adecuada hibridación de esta tecnología dependerá el liderazgo de los museos en la era digital.

Palabras clave Metaverso, museos, realidad virtual, experiencia de usuario.

Abstract The metaverse (mv) is a mix of physical and digital reality facilitated by advanced technologies, specifically virtual reality (vr) and augmented reality (ar). The first experiences carried out by museums such as the Louvre (France), the British Museum (uk), The Met (usa) or Bombas Gens (Spain) are highlighting the possibilities offered by the mv to improve the visitor experience, dynamise their contents, simplify access and preserve their cultural heritage. The advent of electronic vr devices, together with mv Online portals, enables new ways of dissemination and content creation for different fields, including art. This article presents the most advanced technological tools that can currently be put at the service of museums. The sustainable nature of the mv is justified by the disappearance of physical barriers. There are no longer any limits to the management of art collections. The methodological section describes the technologies applied to the Igor Issacovitch Virtual Museum project, directed and curated by Mudit.org and realised by Rendersim. It is therefore necessary to understand the potential of these technologies in the service of culture, since the leadership of museums in the digital era will depend on the appropriate hybridisation of this technology.

Keywords Metaverse, Museums, Virtual Reality, User Experience.

INTRODUCCIÓN

La irrupción del metaverso no solo está abriendo nuevas posibilidades en la industria, también se presenta en el ámbito de la cultura. Los museos, instituciones dedicadas a la preservación y exhibición de artefactos culturales y artísticos, están comenzando a integrar tecnologías de RV y RA para crear experiencias inmersivas y accesibles desde cualquier parte del mundo. La proliferación de herramientas tecnológicas ha multiplicado exponencialmente el desarrollo de la capacidad de los usuarios para interactuar y participar con y en los medios culturales.

Este artículo se centra en cómo el metaverso está cambiando la dinámica de las visitas museísticas, ofreciendo una nueva dimensión para la interacción cultural. El metaverso no solo hace que los museos sean más accesibles, sino que también enriquece la experiencia del visitante. La capacidad de interactuar con exhibiciones de maneras imposibles en el mundo físico, como puede ser la manipulación de objetos en 3 dimensiones (3D), ofrece un nivel de experiencia

sin precedentes. Tal es así que, estos artefactos, esencialmente interactivos, trastocan el equilibrio de fuerzas entre la obra y el receptor tradicional, pasando de un discurso unidireccional a una clara posibilidad de bidireccionalidad igualitaria, «el concepto de interactividad y participación guardan una relación intrínseca y profunda» (Jenkins, Henry, 2006: 25).

Las barreras geográficas y físicas se diluyen, permitiendo que todas las personas, incluidas aquellas con discapacidades, puedan participar de la cultura de los museos, «El metaverso es lo más parecido a entrar en un sueño lúcido en el que todo es posible. Se trata de la evolución a un Internet de experiencias, un paso más allá en el contenido digital. Tal vez sea el paso más importante desde la aparición del cine» (Martín-Blas, 2022: 12).

Empresas tecnológicas destacadas como Meta o Apple, están invirtiendo grandes recursos en RV y MV. En breve, esta tecnología estará totalmente insertada y cambiará el modo de relacionarnos con nuestro entorno, desde un supermercado, a una excavación arqueológica, pasando por cualquier evento

deportivo, entre otros. La posibilidad de poder recrear gemelos digitales o cualquier espacio que podamos imaginar, sin barreras físicas o temporales, amplía las oportunidades para el arte en general y en el contexto museístico, en particular. Se señala uno de los dispositivos que más favorecen esta revolución: las gafas de RV Meta Quest 3 y Apple Vision-Pro. Gracias a estas gafas, podemos disfrutar de este tipo de experiencias virtuales como un usuario único, en el caso de la RV o como un colectivo, compartiendo las mismas experiencias con otros usuarios de cualquier parte del planeta Tierra, en el caso del Metaverso.

El concepto de museo tradicional está en juego con la integración del metaverso porque supone un desafío a la metodología museística y la dinámica de integración social mantenida hasta ahora. La relación espaciotemporal con el espectador ha sido alterada, lo que modificará el ritmo de la planificación de eventos, alterará las dinámicas de divulgación, además de multiplicar los niveles de mediación tanto por edades como por capacidades. Es por ello que el espectador pasará a ser un «usuario de la cultura». Toda una revolución significativa en cuanto al rol que podremos ejercer, puesto que el anterior se ha modificado a través de la tecnología con la que experimentaremos e interactuaremos con la cultura y el arte. Los museos del futuro serán espacios híbridos, donde lo físico y lo digital coexistan, dinamizando sus metodologías divulgativas y, en definitiva, enriqueciendo el discurso.

HIBRIDACIONES TECNOLÓGICAS EN LOS MUSEOS

«Al igual que un cuadro trata de darnos un mensaje, en el metaverso el mensaje nos rodea y lo experimentamos en primera persona» (Martín-Blas, 2022: 48). En este artículo,

analizaremos cómo las nuevas tecnologías pretenden transformar los museos, mejorando la experiencia del visitante, favoreciendo la gestión de colecciones y dinamizando la educación de sus contenidos. A continuación, se enumeran las innovaciones que permiten a los museos ser más accesibles, interactivos y eficientes. Son tecnologías como: la RV, la RA, la Inteligencia Artificial (IA), el Internet de las Cosas (IOT), o la impresión 3D (tridimensional), el Big Data, las aplicaciones móviles, el blockchain, los NFT's, las pantallas táctiles y las pantallas interactivas. Con todas ellas, en diferente medida, se puede incrementar el impacto en los visitantes de los museos. Algunos museos están utilizando RV para ofrecer visitas virtuales inmersivas a sus exposiciones. Los visitantes pueden explorar réplicas digitales de salas de exposición y piezas concretas, incluso desde sus hogares, como sucede en el Museo del Louvre y en el Museo Británico. Con la RA, es posible acceder de manera simultánea a niveles de información sobre cada objeto expuesto mediante dispositivos móviles o gafas RA, previamente programadas. Por ejemplo, posibilitan visualizar reconstrucciones de edificios históricos, a la vez que leer información detallada y activan animaciones que recrean hechos concretos asociados al edificio o contexto histórico. La implementación de asistentes virtuales también es una opción interesante. Varios museos están implementando los asistentes virtuales y *chatbots* basados en IA para proporcionar información general a los visitantes. Estos asistentes están programados para responder a un gran número de preguntas prediseñadas y ofrecer guías personalizadas que mejoren la interacción del visitante. Las impresoras 3D son otro recurso tecnológico perfecto para crear réplicas de cualquier pieza, independientemente de su fragilidad o accesibilidad. Con estas reproducciones se abre la posibilidad de una interacción física sin riesgo de daño. Son tecnologías con alto

valor inclusivo, particularmente del visitante discapacitado. La impresión 3D presenta buenas opciones para la restauración, fabricando estructuras de sujeción especiales, sustituyendo piezas totales o parciales de obras dañadas o en proceso de restauración, puesto que sus soluciones son precisas y con un nivel de detalle variable.

Las Meta Quest 3 son las últimas gafas de RV de Meta (antes conocida como Facebook), que se presentan como una evolución de la línea de gafas Oculus Quest. Son más ergonómicas y ligeras; representan un avance significativo en la tecnología RV; su potente y avanzado hardware y software mejoran el rendimiento y la experiencia de usuario con capacidades de realidad mixta (RM). Esta tecnología lidera el mercado de RV. Las Apple Vision-Pro son las gafas de RM de Apple. Este dispositivo combina las capacidades de RA y RV con una tecnología de inmersión y conectividad únicas. Con capacidades de seguimiento; pantalla de alta resolución y una total integración con el ecosistema Apple; están muy preparadas para redefinir las experiencias de inmersión y conectividad. Además, su alto precio se compensa con la curva de aprendizaje propia de esta tecnología. Ambas ofrecen nuevas oportunidades para el entretenimiento, la productividad o la educación, entre otras.

Mediante el análisis de Big Data, los museos pueden acceder a personalizar las experiencias de cada visitante, recomendando exhibiciones y actividades basadas en sus intereses particulares. Más allá del conteo de visitantes, los datos masivos proporcionan a los curadores e investigadores, información útil acerca del impacto de un contenido. Además, pueden identificar patrones de interacción y detectar sus preferencias con respecto a las obras de la colección de un museo.

«El metaverso permitirá no solo explorar el conocimiento previo ya registrado en experiencias y capítulos oficiales, sino interactuar

con millones de personas con los mismos gustos e intereses, donde las ideas vuelan y la innovación alcanza cotas altas» (Martín-Blas, 2022: 77).

Asimismo, la tecnología *blockchain* o *NFT* puede registrar la procedencia y la autenticidad de las obras de arte, asegurando la cadena de custodia de modo transparente.

En definitiva, todas estas nuevas tecnologías están redefiniendo el rol y las actividades realizadas hasta ahora, proyectando los museos del siglo XXI al desafío de mediar la cultura para una audiencia global. La participación es una consecuencia derivada del carácter interactivo de una app, que se amplía con el metaverso.

PRIMERAS EXPERIENCIAS DEL METAVERSO EN LOS MUSEOS

El metaverso presenta un desafío al arte, la historia y la cultura. Transformar el estado físico del museo, a un mundo virtual, supone diseñarlo y programarlo correctamente, para que la experiencia del usuario, aporte nuevos conocimientos y sensaciones. El metaverso integrado en los museos es algo más que una extensión digital de su espacio físico. A partir de ahora, el diseñar y programar los modos de acceso a sus contenidos mediante la inmersión y la interactividad será un desafío para la difusión del arte, la cultura y la historia en general, tal y como la hemos percibido hasta ahora.

Podríamos decir que el metaverso plantea a los museos un nuevo concepto de mediación que se retroalimentará con los modos de aprendizaje y compromiso del público construidos en entornos virtuales, inmateriales, tridimensionales, totalmente inclusivos y sin barreras socioeconómicas ni geográficas. A todo ello, a partir de la conectividad global, el museo es accesible sin necesidad de desplazamientos, se torna más inteligible puesto que el

usuario indaga simultáneamente conectando con textos, explicaciones auditivas y recreaciones acerca de las obras de arte. Esto es posible, mediante tecnologías como la RA y la RV que superan las limitaciones del espacio físico. Las herramientas interactivas del metaverso pueden mejorar la educación y el compromiso del público, haciendo que el aprendizaje sea más atractivo y accesible. Otra posibilidad para la educación y el entretenimiento, es la creación de gemelos digitales de sus colecciones, para realizar análisis detallados y catalogar digitalmente, las obras de arte. «El metaverso permite resignificar, es decir, otorgar nuevos significados y roles a objetos, personas, lugares y acciones dentro del entorno del museo y convirtiéndolos en elementos activos de la narrativa del juego». (Sánchez, 2022: 75).

Destaca el Museo Metropolitano de Arte de Nueva York que lanzó recientemente una experiencia de RA: *The Met Unframed*, que permitía a cualquier usuario interactuar libremente con piezas emblemáticas desde sus dispositivos móviles. En el territorio nacional destacamos dos centros: Bombas Gens Centre d'Arts Digitals de València y el Museo de Bellas Artes de Gran Canaria. El primero se erige como un espacio cultural especializado en la exhibición y difusión de proyectos mediante tecnología de carácter inmersivo y audiovisual, que conecta la escena artística y la tecnológica de manera no compartida. El segundo alberga la Sala Metaverso Isla de Arte, creada en la plataforma Spatial.io, donde se pueden apreciar las principales obras del museo de forma virtual y de manera compartida. La plataforma colectiva Spatial.io admite la interacción entre usuarios dentro de un espacio donde podemos definir nuestro propio avatar y con herramientas de socialización como son los chats de texto y voz. Tiene muchas aplicaciones para relacionarse en comunidad, realizar reuniones y conferencias virtuales, asistir a eventos y ferias comerciales porque ofrece

una interacción más dinámica y visual comparada con las videollamadas tradicionales. Es ideal para equipos de trabajo en el ámbito de la arquitectura, interiorismo y diseño que trabajan con modelos 3D, permitiendo la revisión y modificación colaborativa de prototipos y diseños. Facilita la comunicación de ideas complejas y anticipa la identificación de los posibles problemas antes de la construcción. Esta tecnología es de carácter sostenible. Los avatares realistas y las herramientas interactivas mejoran la comunicación no verbal y la expresión de ideas. La naturaleza inmersiva y gamificada de Spatial.io aumenta el compromiso de los participantes. Los entornos virtuales personalizados y las interacciones naturales hacen que las reuniones y eventos sean más atractivos.

El Museo de Arte Metropolitano (MET), de la mano de Verizon, ha puesto en marcha *Réplica* (MET, 2023), una app basada en RA con la que a los usuarios escanean obras como, por ejemplo, una armadura japonesa de principios del siglo XIV o el sombrero de paja de Vincent van Gogh de su icónico *Autorretrato* de 1887, para posteriormente vestir sus avatares en el espacio inmersivo de Roblox.

Una vez descargada la app, los usuarios pueden acceder al mapa del museo para encontrar las obras de arte, aprender sobre las diferentes piezas y coleccionarlas digitalmente de forma gratuita. En este sentido, cada una de las treinta y siete piezas disponibles en *Réplica* se ha inspirado en la vasta colección del museo, compuesta por 1,5 millones de objetos. Desde la plataforma, se disfruta de versiones virtuales de la icónica fachada del MET y otros espacios del museo. Asimismo, se invita a los usuarios a crear combinaciones de artículos y accesorios y presentar sus avatares en vitrinas, como si de un museo tradicional se tratase, para que sean votadas. Además, se pueden tomar fotografías



Ilustración realizada por León Laverda con Gravity Sketch.

en espacios de fotomatón inspirados en las colecciones del MET sobre Grecia, Roma, Egipto y muchas de las pinturas europeas.

Por su parte, el Smithsonian Open Access, ha puesto a disposición del público más de 2.8 millones de imágenes y datos en línea, permitiendo a los usuarios explorar y descargar contenido de manera gratuita. La plataforma Google Arts & Culture permite realizar visitas virtuales a museos de todo el mundo, explorar colecciones y participar en actividades interactivas. «La combinación real y virtual posibilitará la aparición de muchos espectáculos donde la limitación está más en la imaginación que en la capacidad técnica, ya que prácticamente todo será posible» (Martín-Blas, 2022: 110).

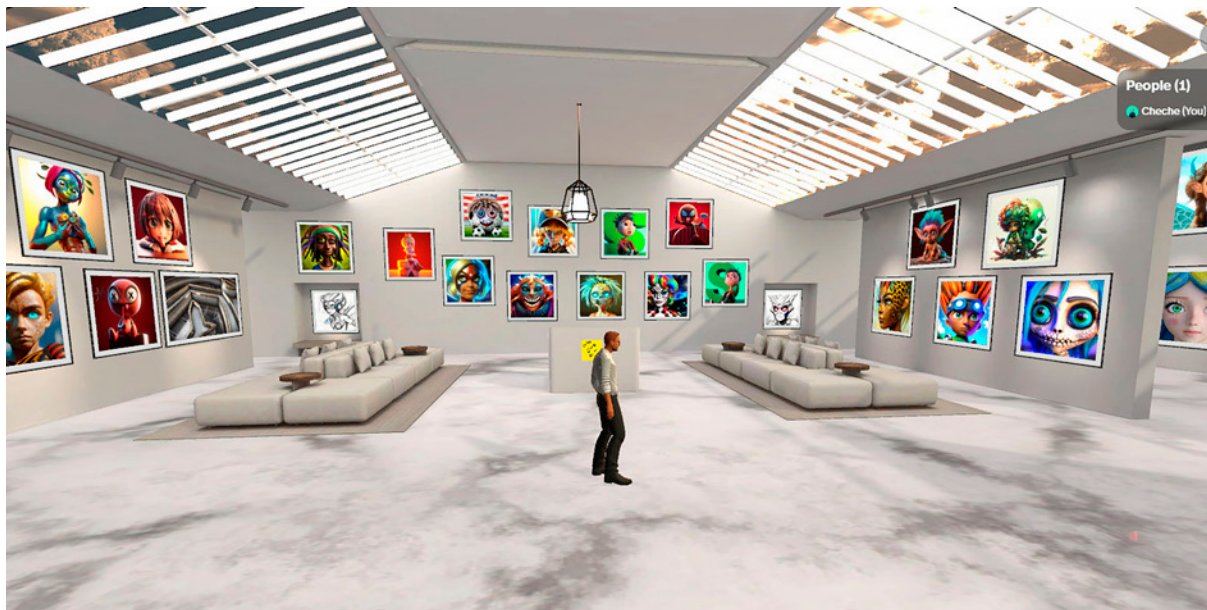
A raíz de las restricciones impuestas por la pandemia del COVID-19, los museos han buscado nuevas fuentes de ingresos, como entradas virtuales, suscripciones y merchandising digital.

Sin embargo, no todos los potenciales visitantes tienen acceso a la tecnología necesaria para participar en el metaverso. Es necesario el uso de dispositivos móviles avanzados o gafas

de RV, de elevado coste. Además, el desarrollo y mantenimiento de entornos virtuales aún es costoso y requiere de inversiones significativas. Por otro lado, las cuestiones de protección de datos y la privacidad de los usuarios en entornos virtuales son de prioritaria importancia y se presentan ciertas vulnerabilidades susceptibles de ser subsanadas a corto plazo en la aplicación masiva de estas tecnologías.

Es necesario indicar que, para la realización de talleres de RM, existen ya aplicaciones que nos ofrecen la posibilidad de pintar y diseñar virtualmente, sobre modelos reales. Las más conocidas son: Gravity Sketch, Tilt Brush, Adobe Medium, ShaphesXR, Arkio o SculpturVR,

Por último, en el ámbito educativo, las gafas de RV, con su tecnología de seguimiento y gráficos mejorados, proporcionan una plataforma excelente para una variedad de aplicaciones de dibujo e ideación. La recreación de obras bidimensionales adquiere una tercera dimensión, con todo tipo de detalles, textura y color. Estas herramientas posibilitan dibujar de manera intuitiva y creativa. Para el ámbito de la restauración, facilitan la colaboración y la



Interior de una de las salas de un museo realizado para Spatial.io. Fotografía: Vicente Jover.

visualización de proyectos en una escala y detalle que las herramientas tradicionales no pueden igualar. Con el continuo desarrollo de aplicaciones y la mejora de la tecnología RV, las posibilidades para el diseño en Meta Quest 3 seguirán expandiéndose.

Diseñar entornos ergonómicos, mantener la autenticidad con los referentes, así como cuidar el valor educativo de las experiencias virtuales, puede ser un desafío, especialmente en la reproducción de detalles y la interacción con las obras.

En resumen, el metaverso ofrece a los museos oportunidades, todavía por descubrir, no solo para transformar la manera de percibir y aprender el arte, sino para perpetuarse y expandirse como instituciones culturales en la era digital.

Como hemos indicado, Spatial.io nos proporciona espacios online en los que configurar cualquier espacio 3D e integrar nuestro propio avatar, para luego compartir experiencias con otros usuarios. Podemos crear desde videojuegos, a espacios expositivos donde mostrar las obras de arte.

El concepto del museo está evolucionando con el metaverso. Es fascinante el potencial que plantea la nueva combinación de ambos, la experiencia artística se amplía con la tecnología digital. Es realmente emocionante constatar la rapidez con la que se está transformando la forma tradicional de disfrutar y aprender acerca del arte.

Si bien no se plantean como sustitutos de los propios museos o incluso de las galerías de arte, sí son una alternativa sostenible para aprender a distancia, en cualquier momento y promover nuevos compromisos con la cultura.

En este artículo, para entender la naturaleza del mv, se describe la tecnología y la metodología aplicada a un caso real. El caso de referencia es el museo virtual del artista plástico Igor Issacovitch, un proyecto de colaboración con la familia del artista y la empresa especializada en museos Mudit.org, que ha sido materializado por Vicente Jover de Rendersim, empresa especializada en RV, RA y MV.

El proyecto ha sido comisariado y dirigido por Xavier Ferrer de Mudit.org, ha planificado la metodología de divulgación, la estructura

del material aportado por la familia y diseñado el espacio del museo para el artista Igor Issacovitch (1963-1993), contemporáneo de la movida madrileña de los años 80. Este proyecto, de carácter privado, trata de preservar en el tiempo su contenido y permitir su divulgación de manera controlada.

La metodología empleada para la creación del espacio inmersivo, así como el trabajo realizado para la selección y ubicación de su obra en el museo virtual, se exponen brevemente a continuación. Este artículo se engloba dentro de una tesis de estudio, que tiene por objeto diseñar un manual de buenas prácticas para la creación y elaboración de espacios inmersivos. Es común, en el diseño de este tipo de espacios, no tener en cuenta reglas básicas de composición de la forma, del color y de la iluminación, que tiene como resultado el diseño de espacios poco ergonómicos, lo que influye en una experiencia poco atractiva para el usuario.

Es oportuno señalar las posibilidades de aplicación de esta misma tecnología al metaverso citando el Espacio Metaverso del Campus de Alcoi de la Universitat Politècnica de València, creado para el acto conmemorativo del 50 Aniversario «Campus d'Alcoi 1972/2022 UPV» con imagen gráfica de Silvia Sempere y desarrollado por Vicente Jover de Rendersim.

Por tanto, con este artículo, pretendemos exponer los aspectos técnicos y formales necesarios para la virtualización de la obra en un museo, que puede ser también virtual.

METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN

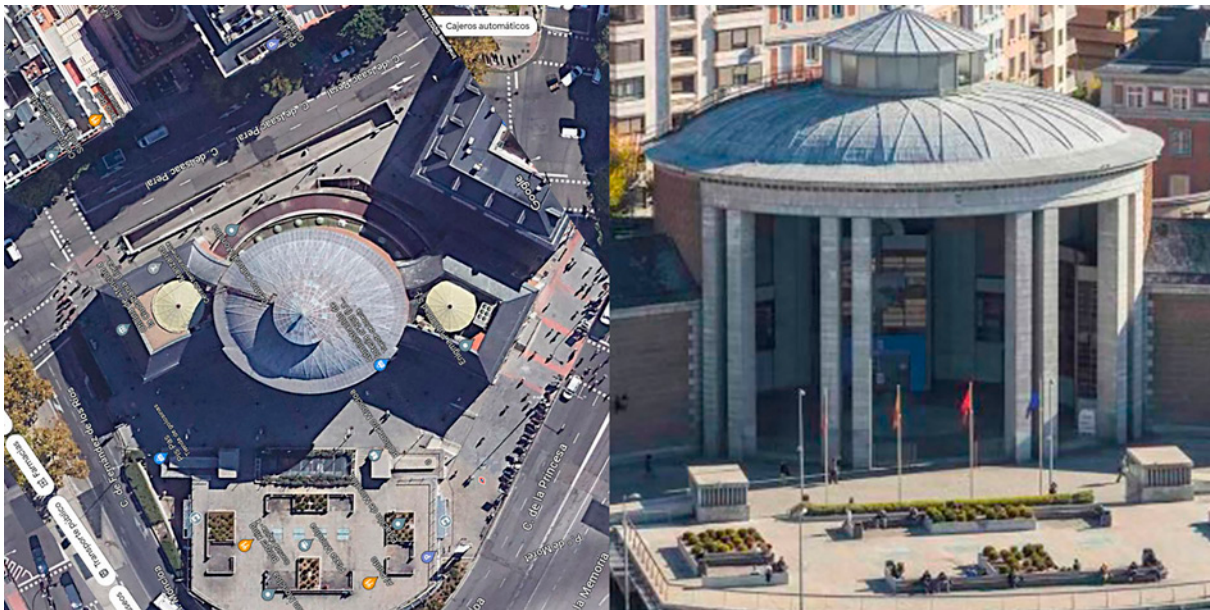
Los espacios inmersivos 3D son entornos virtuales que utilizan tecnologías avanzadas para crear experiencias de aspecto hiperrealista y envolventes. Estos espacios pueden simular entornos físicos o imaginarios. Estos espacios altamente realistas se consiguen gracias al

empleo de gráficos de alta calidad y simulaciones físicas precisas de los objetos. Son espacios donde el usuario obtiene una interactividad en tiempo real y, mediante el uso de tecnología de seguimiento, el entorno se adapta en función de sus movimientos y sus acciones. Todo esto se potencia con la aplicación de un audio espacial envolvente y retroalimentación táctil, aumentando la sensación de presencia en el escenario.

Estos espacios pueden ser considerados de RV, si el usuario interactúa con bots virtuales exclusivamente o Metaverso o si son espacios compartidos con otros usuarios reales, lo que permite la colaboración e interacción múltiple que facilita la socialización mediante el uso de chat de texto y de voz. Además, en estos espacios del MV el usuario puede editar su propio avatar, posibilitando personalizar cualquier identidad en el entorno visual.

Para el diseño y creación de estos espacios inmersivos, es necesario poseer una formación avanzada en software para modelado 3D y edición de texturas como: Autodesk 3D Studio Max, Adobe Photoshop, Unity o Unreal. Todas ellas son aplicaciones que se emplean para crear gráficos fotorrealistas y entornos interactivos, así como para aplicaciones RV y RA, por su flexibilidad y capacidad de integración. Se aplica sobre todo al sector del videojuego, al cinematográfico y a medios de comunicación, en el ámbito médico es muy útil para tratamientos de fobias y rehabilitación psíquica y física-virtual, en el ámbito del marketing para experiencias de productos, ferias y catálogos virtuales. Por último, también se incluye la aplicación en el ámbito de la arquitectura y en el interiorismo.

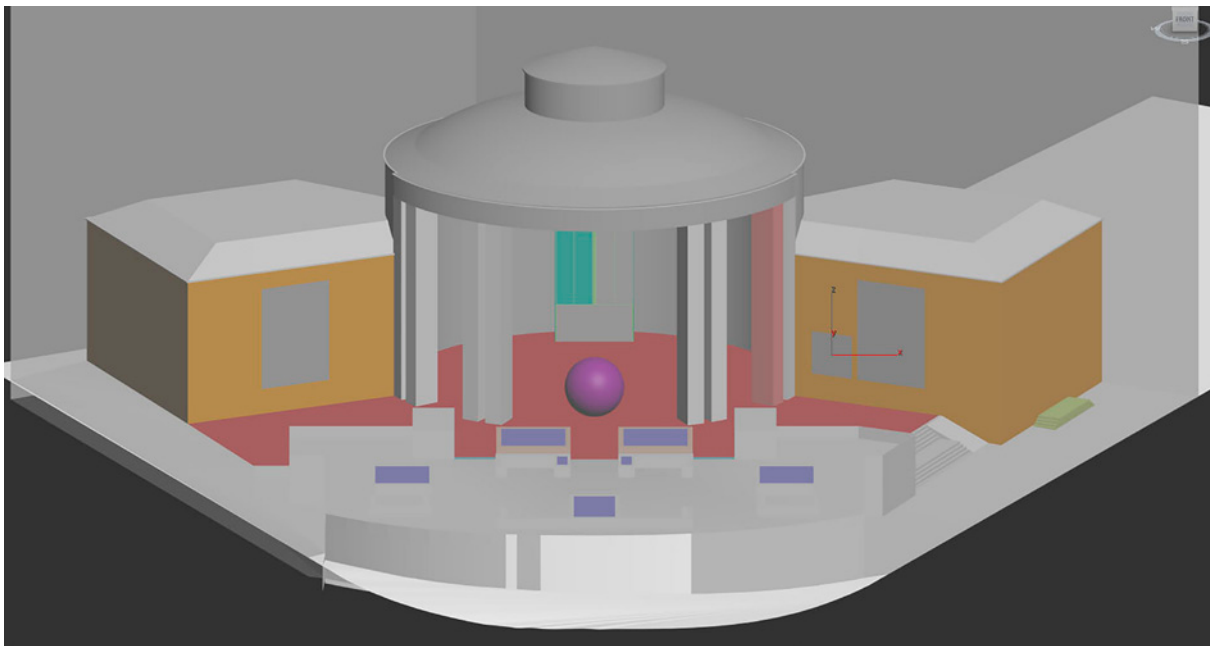
En un mismo espacio es viable combinar modelos 3D, con diferentes texturas, imágenes y vídeos, para luego integrarlos junto con animaciones 3D. De esta manera el avatar creado por un usuario se podrá desplazar libremente gracias al aspecto inmersivo conseguido en el espacio diseñado.



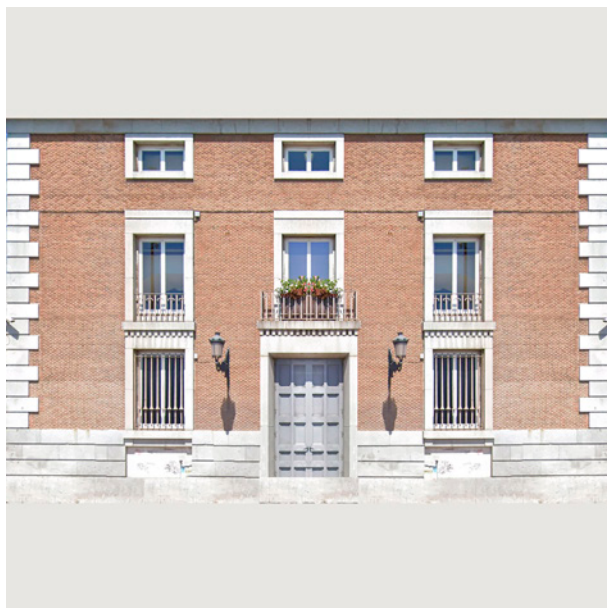
Ejemplos de fotografías utilizadas para el modelado 3D. Fotografía: Google Maps.

El modelado 3D del museo virtual, se realizó empleando 3D Studio Max, un software profesional de modelado, animación, renderización y composición en 3D desarrollado por Autodesk. Como ya se ha indicado, es ampliamente utilizado en diversos campos como la arquitectura, el diseño de interiores, la producción

de videojuegos, la creación de efectos especiales para películas y la visualización de productos. En esta ocasión, se ha utilizado la técnica del modelado poligonal, partiendo de varias fotografías de la ubicación real, puesto que no se disponía de planos de Autocad. Teniendo en cuenta la fluidez online del escenario final,



Ejemplo final del modelado poligonal de Moncloa. Fotografía: Vicente Jover.



Texturas retocadas para ser aplicadas en los modelos 3D.

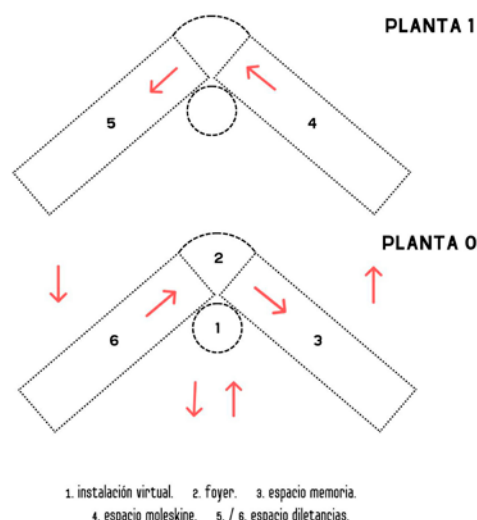


se ha realizado un cuidado trabajo con formas primitivas de bajo peso poligonal.

Esta técnica se basa en la creación de objetos tridimensionales mediante el uso de polígonos (puntos, rectas y planos) y ofrece herramientas para extrusión, biselado, corte, división y ajuste de los elementos del polígono.

De esta manera, es posible la creación de modelos detallados de edificios, de sus interiores y de las urbanizaciones mejorando la presentación y la planificación arquitectónica, con un peso (en megabytes) poligonal bajo. A partir de las fotografías y empleando Adobe Photoshop, se trataron digitalmente, para crear las texturas de los modelos 3D. Una vez reproducidas las imágenes, las texturas se mapean con la técnica UV mapping. El mapeo UV es necesario para aplicar texturas correctamente sobre modelos poligonales y el programa 3D Studio Max está dotado con las herramientas necesarias para desarrollar y ajustar las coordenadas UV sobre cualquier modelo.

Mediante esta técnica de modelado poligonal y UV mapping, se construyeron los exteriores y se diseñó el interior según el Centro Cultural de Moncloa con distintas salas.

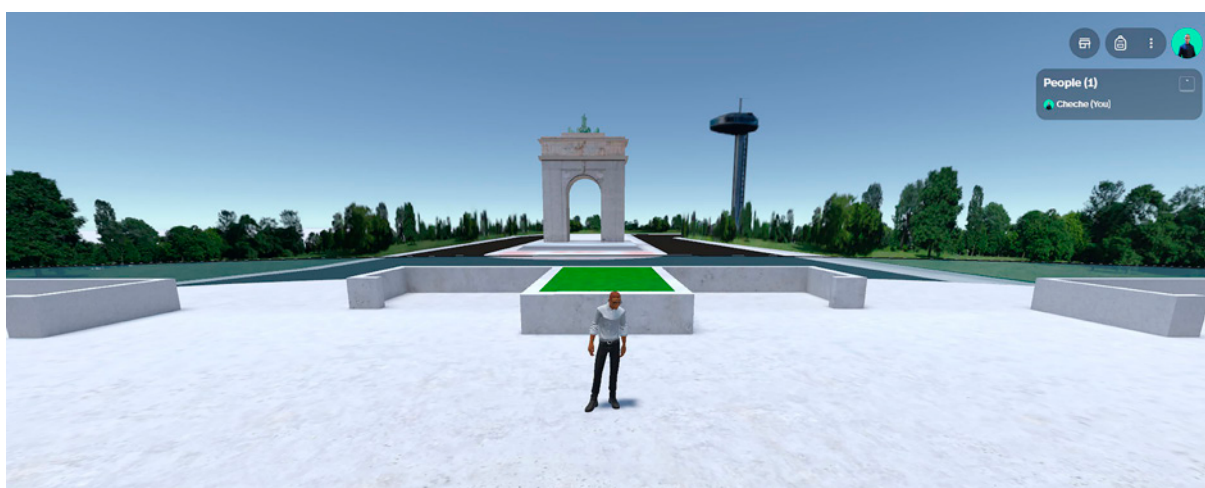


Cartel anunciador como mapa de ubicación del museo.

Para que el modelado pueda exportarse a Spatial (espacios con baja carga poligonal y mapeados fotorrealistas), la plataforma ofrece plantillas con las que trabajar desde Unity. Unity es una plataforma de desarrollo con un motor de juego multiplataforma para la creación de videojuegos en 2D, 3D, RA y RV. Así, los desarrolladores crean experiencias interactivas



Vista exterior del modelado 3D del museo Moncloa. Fotografía: Vicente Jover.

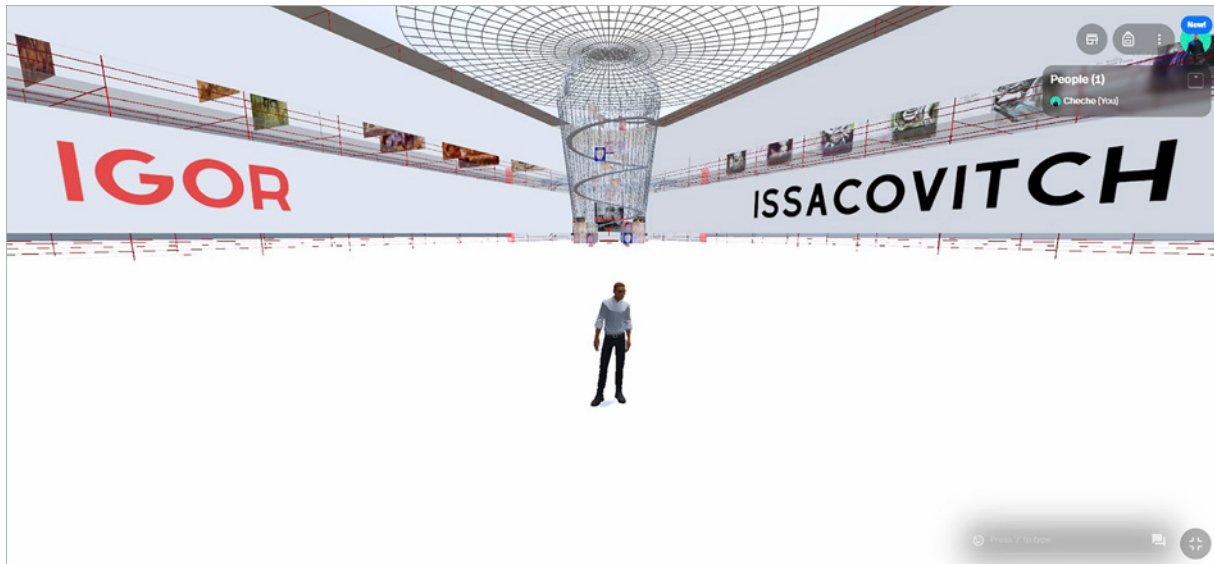


Vista exterior del modelado 3D del museo Moncloa. Fotografía: Vicente Jover.

exportables a una variedad de dispositivos de salida, incluidas consolas, computadoras, dispositivos móviles o la web. Además de la exportación de proyectos a múltiples plataformas, incluyendo iOS, Android, Windows, macOS, Linux, PlayStation, Xbox, Nintendo Switch, y navegadores web. Por último, hay que indicar que tiene soporte para AR y VR en dispositivos como gafas Meta Quest 3 o Apple Vision-Pro, htc Vive, PlayStationVR, y HoloLens. Por todo esto, Unity se ha convertido en una herramienta fundamental en la industria del desarrollo de software interactivo.

Una vez se han definido los espacios 3D texturizados en Unity, con sus funciones interactivas (apertura de puertas, mecanismos de desplazamiento para subir y bajar las distintas plantas del museo, vídeos de activación por proximidad del usuario, etc.) se ha exportado a la plataforma de Spatial.io.

Uno de los objetivos de divulgación de este proyecto ha sido publicar el espacio del museo Igor en esta plataforma. Ya se ha indicado que esta plataforma ofrece herramientas de interconexión online con otros usuarios, en tiempo real y de avatarización de personajes a partir



Vista Interior del museo 3D de Igor Isaacovitch. Escaleras flotantes. Fotografía: Vicente Jover.

de fotos de cada usuario, además de ofrecer mecanismos para la socialización como el chat de texto y de voz. Las interacciones pueden ser tanto en RA como en RV, esto es en sí, lo que completa la experiencia inmersiva.

APLICACIONES COLECTIVAS DE SPATIAL.IO

Se ha utilizado Spatial.io, por su versatilidad en la construcción de espacios inmersivos, donde las herramientas de avatarización y socialización están integradas. Dentro de todas las posibilidades que nos ofrece, se han utilizado las herramientas multimedia para la inserción de las obras de Igor y los vídeos explicativos. Se han implementado los teletransportadores, para una rápida movilidad de los usuarios por el escenario, así como la animación de apertura de puertas por proximidad del avatar. Con todo esto, el resultado ha sido un museo virtual, que abre nuevas vías de relación en los museos.

Relación Museo/Museo: se mejora la interacción entre museos en la creación de exposiciones y en el préstamo de obras.

Relación Usuario/Museo: se amplifica la experiencia del usuario y se presta a una ininterrumpida exposición de la obra, aun estando en proceso de restauración.

Relación Usuario/Usuario: se facilitan las interrelaciones entre personas de todo el mundo con respecto a la obra, lo que amplía su divulgación.

Relación Usuario/Artista: se amplía el conocimiento del artista y su obra al usuario.

Relación Artista/Cliente: para el artista, se abre otro canal de venta y promoción comercial de la obra de arte.

El museo virtual se publicó el pasado mes de julio de 2023, con gran número de seguidores e interesados en la obra de Igor Issacovitch. Por petición expresa, se ha eliminado el enlace al proyecto en esta publicación.

CONCLUSIÓN

El mv amplía las posibilidades divulgativas y de investigación de los museos, pudiendo transformar la forma en que los visitantes acceden a los contenidos y colecciones del museo, lo que



Vista Interior del museo 3D de Igor Isaacovitch. Entrada. Fotografía: Vicente Jover.

implica al arte, la historia y la cultura en general. Democratiza el acceso de todas las personas al quedar entablada la relación en el espacio digital. Es potencialmente adaptable, por lo que lo convierte en inclusivo ante las diferencias de edad, capacidad o discapacidad física. Los visitantes pueden disfrutar de experiencias inmersivas en 3D con las que explorar exhibiciones de manera interactiva, y simultanear el tacto y la visualización de objetos virtuales desde diferentes ángulos, además de obtener información adicional.

Algunos museos comienzan a hibridar en sus programaciones lo que el metaverso les ofrece con la RA, la VR y la realidad holográfica para ofrecer emocionantes exhibiciones. El MV tiene el potencial de revolucionar la forma en que los museos operan y se relacionan con sus visitantes, que en un futuro cercano llegarán a ser audiencias. Esto nos anuncia la transformación de la percepción del arte y de la cultura, como consecuencia de la interactividad y la inmersión. El MV es un espacio sostenible, que amplía la difusión del conocimiento y potencia las experiencias de fuerte componente emocional, también enriquecedoras al usuario.

El concepto de museo tradicional está en jaque con la integración del metaverso porque supone un desafío a la metodología museística y a la dinámica de integración y mediación social mantenida hasta ahora. La relación espaciotemporal ha sido alterada, lo que modificará el ritmo y las dinámicas de divulgación a distintos niveles y para todas las capacidades. El espectador de la cultura se está transformando porque asume un rol diferente: el de usuario de la cultura. Esto supone una revolución, puesto que ese rol se ha modificado a partir de esta tecnología. Es necesario, por tanto, comprender su potencialidad al servicio de la cultura, para diseñar la estructura visual y conceptual de mediación, en pro de la creación adecuada de contenidos virtuales en los museos. Los museos del futuro serán espacios híbridos, donde lo físico y lo digital coexistan. La hibridación inteligente mantendrá su liderazgo en esta, no tan incipiente, era digital.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO NIETO, Javier (2022) «Una introducción al metaverso: conceptualización y alcance de un universo online», *ad Comunica, Revista Científica de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación*, 24: 41-56. Disponible en <https://www.e-revistas.uji.es/index.php/adcomunica/article/download/6544/7174/> [Fecha de consulta 15/05/2024]
- APARICIO GÓMEZ, Óscar; OSTOS ORTIZ, Olga y José Gabriel MESA ANGULO (2022) «La convergencia de aprendizajes en el metaverso», *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 15 (2): 385-398. Disponible en <https://doi.org/10.15332/25005421.7879> [Fecha de consulta 14/04/2024]
- BALL, Matthew (2022) *El metaverso y cómo lo revolucionará todo*, Madrid: Editorial Deusto.
- CRESPO-PEREIRA, Verónica; SÁNCHEZ-AMBOAGE, Eva y Matías MEMBIELA-POLLÁN (2023) «Retos del metaverso: una revisión sistemática de la bibliografía desde las Ciencias Sociales, el Marketing y la Comunicación» *Profesional de la información*, 32 (1): e320102. Disponible en <https://doi.org/10.3145/epi.2023.ene.02> [Fecha de consulta 20/5/2024]
- DA SILVA COSTA, Condornet (2022) «El metaverso y los museos» *Metaverso Audiovisual*. Disponible en <https://www.metaversoaudiovisual.com/el-metaverso-y-los-museos/> [Fecha de consulta 13/02/2024]
- EVE *Museos e Innovación*. Disponible en <https://evemuseografia.com/> [Fecha de consulta 12/02/2024]
- HUTSON, James y Piper HUTSON (2023) «Museums and the Metaverse: Emerging Technologies to Promote Inclusivity and Engagement», en ZUPCÁN, Ladislav (ed.) (2023) *Application of Modern Trends in Museums*, 1-20. Editorial InTech Open. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.110044> Fecha de consulta 4/04/2024]
- KIM, Sangyun (2022). *El metaverso. Un viaje hacia la tierra digital*, Madrid: Editorial Anaya.
- LÓPEZ-BELMONTE, Jesús; POZO-SÁNCHEZ, Santiago y Antonio-José MORENO-GUERRERO (2023) «Metaverso en Educación: una revisión sistemática», *Revista de educación a distancia*, 23 (73). Disponible en <https://doi.org/10.6018/red.511421> [Fecha de consulta 20/03/2024]
- MARTÍN RAMALLAL, Pablo; SABATER-WASALDÚA, Jesús y Mercedes RUIZ-MONDAZA (2022) «Metaversos y mundos digitales, una alternativa a la transferencia del conocimiento: el caso OFFF-2020», *Fonseca. Journal of Communication*, 24: 87-107. Disponible en <https://doi.org/10.14201/fjc.28287> [Fecha de consulta 24/03/2024]
- MARTÍN-ALBO, Manuel (2021). «Las tecnologías que revolucionarán nuestra vida y que son una oportunidad de inversión», *Bolsamanía*. Disponible en bit.ly/4279XPA [Fecha de consulta 18/03/2024]
- MARTÍN-BLAS, Edgar. (2022). *Metaverso. Pioneros en un viaje más allá de la realidad*, Madrid: LID Editorial.
- MARTÍNEZ PELÁEZ, Agustí; NUÑEZ DE PRADO CLAVELL, Sara y Javier RODRÍGUEZ ABENGÓZAR (2023) «El Museo Virtual URJC, un patrimonio de la universidad en el metaverso como modelo de mediación entre artistas y coleccionistas», *I Congreso de Arte y Contexto Social*. Disponible en <https://arteycontexto.org/ponencia/el-museo-virtual-urjc-un-patrimonio-de-la-universidad-en-el-metaverso-como-modelo-de-mediacion-entre-artistas-y-coleccionistas/> [Fecha de consulta 2/03/2024]
- MOHENO GATÓN, Alejandro (2022) «El metaverso en el proceso de enseñanza-aprendizaje: la interpretación de la torre del homenaje del castillo de Montilla», [Tesis de Doctorado, Universidad de Córdoba]. Repositorio de la Universidad de Córdoba. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=312669> [Fecha de consulta 20/03/2024]
- MUSEO BOMBAS GENS. CENTRE D'ARTS DIGITALS, València. <https://bombasgens.com/es/bombas-gens-centre-darts-digital/>
- MUSEO DE ARTE METROPOLITANO, MET (2023) *Réplica*. Verizon, The Met, Roblox, Unit9 y Ode to Joy. <https://www.reasonwhy.es/actualidad/museo-met-aplicacion-replica-roblox-experiencia-realidad-aumentada>).
- MUSEO DE BELLAS ARTES DE GRAN CANARIA. Sala Metaverso Isla de Arte. <https://salametaverso.grancanariaisladearte.com/>
- MUSEO METAVERSO UPV. Campus Alcoi.
- ORDÓÑEZ VALENCIA, Maylee Lisbeth *et al.* (2022) «Análisis de herramientas del metaverso y su impacto en contextos educativos», *Sapientia: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3 (2): 610-630. Disponible en <https://journals.sapientiaeditorial.com/index.php/SIJIS/article/download/366/237> [Fecha de consulta 25/03/2024]
- ORTEGA-RODRÍGUEZ, Javier (2022) «De la realidad extendida al metaverso: una reflexión crítica

sobre las aportaciones a la educación», *Teoría de la Educación. Revista interuniversitaria*, 34 (2): 189-208. Disponible en <https://doi.org/10.14201/teri.27864> [Fecha de consulta 5/02/2024]

PAREDES OTERO, Guillermo (2023) «El estudio del metaverso en tiempos de pandemia. Revisión de la literatura científica sobre la última frontera digital», *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, 61: 132-148. Disponible en <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2023.i61> [Fecha de consulta 10/05/2024]

RAMÍREZ-HERRERO, Virginia; ORTÍZ DE URBINA CRIADO, Marta y José Amelio MEDINA-MERODIO (2023) «La revolución del metaverso: análisis crítico de sus luces y sombras», *Esic Market* 54 (3): e334. Disponible en <https://doi.org/10.7200/esicm.54.334> [Fecha de consulta 1/02/2024]

SÁNCHEZ, Juan Antonio (2022) *Nuevas perspectivas en museología*, Madrid: Editorial Universitaria.

VILLAESPESA, Elena y Vanesa DOMÍNGUEZ (eds.) (2015) *El papel de la tecnología en el Museo*, Madrid: Editorial Museo del Prado.

Web Spatial.io. <https://www.spatial.io/s/EP5A-65bb43c-9c2bf193e01b263c8?share=0>

Agradecimientos

El autor y autora de este artículo expresan su agradecimiento a Santiago Ferrándiz Bou, del Departamento de Ingeniería y Mecánica, que dirige la tesis «Estudio y mejoras de aplicaciones de Realidad Virtual mediante técnicas de diseño y su evolución hacia la industria 5.0», en proceso de realización por Vicente Jover Peris, y de la que, además, Silvia Sempere del Departamento de Dibujo es co-directora.

Recibido el 30 del 6 de 2024

Aceptado el 11 del 9 de 2024

BIBLID [2530-1330 (2024): 132-147]



Bombas Gens. Fuente: «Dalí Cibernètic» Valencia marzo de 2024. Fragmento de fotografía de Kike Taberner.